Band XV, Heft 2.

# Originalaufsätze.

## Tetropium Gabrieli Weise und Tetropium fuscum F.

### Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft.

Von

Dr. Ing. **Erwin Schimitschek.**

(Aus der Lehrkanzel für Forstschutz und forstliche Entomologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.)

(Mit 4 Tafeln und 28 Abbildungen.)

**Inhalt.**

Seite

1. Einleitendes und Systematik . . . . . 231
2. Geruchsorgane der Fühler . . . . . 233
   Sinnesfelder. Riechkegel.
3. Das Ei . . . . . 235
4. Die Larve . . . . . 235
   Beschreibung. Sinnesfelder der Taster. Die Fühler und ihre Sinnesorgane.
5. Der Darm der Larve . . . . . 236
   Die einzelnen Teile des Mitteldarmes. Säuregrad der einzelnen Darmabschnitte und ihre Funktion.
6. Die Symbionten und der Haushalt der Nutznießungsgemeinschaft . . . . . 239
   Die Nutznießungsgemeinschaft bei den von Holz lebenden Insekten. Form der Hefen im Larvendarm. Kulturversuche. Dimorphismus. (Sonstige Darmbewohner: Stäbchenakterien und Streptokokken.) Die Beschmiersäcke am ♀ Genitalapparat und ihre Funktion. Sporen der Symbionten.
7. Die Puppe . . . . . 243
8. Zur Biologie der beiden Tetropiumarten . . . . . 245
   Kopula, Eiablage, Dauer des Eistadiums S. 245. Der Larvenfraß S. 247. Die Puppenwiege. Normale und Rindenpuppenwiegen S. 247. Die Generationsfrage und die sie beeinflussenden Faktoren S. 251. Die Bedeutung des Kambialchemismus S. 272.
9. Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden Tetropiumarten . . . . . 276
   Physiologische Schädlichkeit von *T. Gabrieli:* Disposition und Vordisposition für den Befall S. 276, von *T. fuscum:* Disposition und Vordisposition für den Befall S. 270. Die technische Schädlichkeit beider Arten S. 282.
10. Die Lebensgemeinschaft von *T. Gabrieli* und *T. fuscum* . . . . . 284
    Allgemeines S. 284. Allgemeines über die Schwärmzeiten S. 285.

Seite

A. Parasiten . . . . . 287
α) *Braconidae* . . . . . 287
a) *Atanycolus denigrator* L. . . . . 287
b) *Atanycolus initiator* Nees . . . . . 288
c) *Atanycolus Neesi* Marsh. . . . . 289
d) *Atanycolus sculpturatus* Thoms. . . . . 290
Larvenbeschreibung von *Atanycolus sp.?* S. 291. Zur Lebensweise der 4 *Atanycolus*-Arten S. 293.
e) *Doryctes obliteratus* Nees . . . . . 293
f) *Helcon aequator* Nees . . . . . 294
β) *Ichneumonidae* . . . . . 298
a) *Ephialtes planifrons* Thoms. . . . . 298
b) *Rhyssa persuasoria* L. . . . . 299
c) *Clistopyga sauberi* Brauns . . . . . 301
d) *Xylonomus sp.?* . . . . . 301
e) *Xylonomus brachylabris* Kriechb. . . . . 302
f) *Xylonomus irrigator* . . . . . 303
g) *Xorides collaris* Grav. . . . . 304
h) *Campoplegini g.? sp.?* . . . . . 307
i) *Pyracmon xoridiformis* Hlgr. . . . . 307
j) *Pyracmon xoridoideus* Strobl . . . . . 309
k) *Pyracmon lucidus* Clément. . . . . 309
Zusammenfassung der Beobachtungsergebnisse rücksichtlich der Parasiten und die praktischen Folgerungen . . . . . 310
Wirksamkeitsreihe. — Wirkungswert. — Wirkungsprozent. — Herabminderung bezw. Ausschaltung des technischen Schadens durch die Parasitierung. — Die 3 Wirkungsgruppen hinsichtlich des technischen Schadens. — Versuch einer einfachen praktischen Durchführung biologischer Bekämpfung. — Einfluß der äußeren Faktoren auf die Häufigkeit der Parasiten. — Das Parasitierungsprozent unter verschiedenen Bestandesverhältnissen.
Weitere Parasiten . . . . . 318
*Acarina* . . . . . 318
Nematoden . . . . . 318
B. Räuber . . . . . 319
*Orthoptera* . . . . . 319
*Forficula auricularia* L. . . . . 319
*Neuroptera* . . . . . 320
*Raphidia notata* F. . . . . 320
*Inocellia crassicornis* Schummel . . . . . 322
Die Bedeutung der Kamelhalsfliegen . . . . . 322
*Coleoptera* . . . . . 323
*Malachius bipustulatus* Lin. . . . . 323
*Clerus formicarius* Lin. . . . . 323
*Diptera* . . . . . 323
Vögel . . . . . 323
Der Schwarzspecht . . . . . 323
C. Raumbenützer . . . . . 325
*Hymenoptera* . . . . . 325
*Deuteragenia hircana* F. . . . . 325
Biocönotische Übersicht . . . . . 326
*T. Gabrieli* Weise S. 326. *T. fuscum* S. 328.
11. Vorbeugung und Bekämpfung . . . . . 330

## 1. Einleitendes und Systematik.

Durch die Folge warmer und trockener Jahre, die seit 1921 einander nahezu ablösten, war besonders in jenen Gebieten, wo sich Fichte und Lärche außerhalb ihres natürlichen Vorkommens und in der Grenzzone ihrer natürlichen Verbreitung befinden, neben den Erkrankungserscheinungen, besonders der Fichte auf diesen Standorten, ein verstärktes Auftreten der beiden *Tetropium*-Arten: *fuscum* Fabr. und *Gabrieli* Weise zu verzeichnen. Diese Gelegenheit sollte eingedenk des Ausspruches meines hochverehrten Lehrers Herrn Hofrat Prof. M. Seitner: „Das periodische allmähliche Entstehen und Erlöschen einer Insektenkalamität ist die Funktion vieler, zum Teil unbekannter Faktoren, die eingehend zu erforschen und damit die Ursachen der Entstehung von Insektenübervermehrungen aufzudecken, das vornehmste Ziel der angewandten Entomologie bilden muß," nicht ungenützt vorübergehen. Es wurde versucht, der Biologie der beiden *Tetropium*-Arten näherzutreten, insbesondere aber die Generationsfrage zu klären und die Parasiten und Räuber, also auch die Lebensgemeinschaft dieser Schädlinge so weit als möglich zu erfassen und hierbei auch die für die forstliche Praxis wichtigen Gesichtspunkte stets im Auge zu behalten.

Die Untersuchungen, die im Sommer 1926 begonnen und im Frühjahr 1929 abgeschlossen wurden, erstreckten sich vorzüglich auf die Forste der Verwaltung Slavetic in Südmähren und auf jene der Gutsverwaltung Maissau in Niederösterreich. Material zur Untersuchung stand mir ferner zur Verfügung aus Raabs a. d. Thaya und aus St. Michael ab Leoben in Steiermark. Die Holzarten, welche sich von *Tetropium* befallen erwiesen, waren Fichte und Lärche.

Die auftretenden Arten waren *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* Fabr. *Tetropium castaneum* Lin. erhielt ich nicht.

Während der im forstlichen Schrifttum allgemein bekannte *Tetropium fuscum* Fabr. ausschließlich aus Fichte gezogen wurde, erhielt ich den weniger bekannten *Tetropium Gabrieli* Weise vorzüglich aus Lärche. Wie später gezeigt werden soll, ist *Tetropium Gabrieli* ein Lärchenbewohner, der an dieser Holzart dieselbe Rolle spielt, wie *fuscum* an der Fichte.

*Tetropium Gabrieli* Weise wurde 1905 von Weise als gute neue Art beschrieben und als Vorkommen: Schlesien, Schweiz und Tirol angegeben. In dem mir zugänglichen Schrifttum findet sich keinerlei Hinweis auf sein biologisches Verhalten am Festlande. In England wurde er aus Lärche gezogen.

Nachstehend wird eine Tabelle der wichtigen *Tetropium*-Arten unter Berücksichtigung der Spielarten gegeben.

## *Tetropium* Kirby.

Syn.: *Criomorphus* Mulls.; *Isarthron* Redt.

Fühler elfgliedrig, zweites Fühlerglied etwa halb so lang als die Hälfte des Dritten. Lippentaster sehr wenig, aber doch noch merklich, länger als die Kiefertaster. Fühler etwa von halber Körperlänge. Augen fast vollständig in zwei Teile geteilt; sehr fein facettiert. Scheitel zwischen den Augen viel breiter als diese selbst. Vorder- und Mittelbrust auf der Unterseite, zwischen den Hüften nach hinten in eine Spitze ausgezogen. Flügeldecken breiter als das Halsschild.

1'' Stirn zwischen den Fühlern der Länge nach vertieft.

2''. Halsschild glänzend, auf der Scheibe fein und spärlich punktiert; die Seiten des Halsschildes fein und dicht gekörnelt. Schwarz. Flügeldecken mit zwei sehr schwachen, erhabenen Längslinien. Fühler teilweise rotgelb. Beine rotgelb. Flügeldecken rotbraun. Länge 10—18 mm. Syn. *T. luridum.*

***castaneum* Lin.**

Spielformen:

a) Flügeldecken schwarz, Beine rot . . . . . *var. fulcratum* F.

b) Der ganze Käfer schwarz . . . . . *var. aulicum* Panz.

2'. Halsschild matt; auf der Scheibe dicht, runzelig punktiert, in der Mitte mit einem Längsgrübchen; die Seiten des Halsschildes äußerst fein und dicht gekörnt. Halsschild manchmal rot gesäumt. Schwarz. Flügeldecken mit zwei recht deutlichen erhabenen Längslinien. Fühler rostbraun. Beine dunkler braun. Flügeldecken rotbraun, meist an der Basis mit einer mehr weniger deutlichen, durch hellgelbliche Behaarung gebildeten und meist gut begrenzten Querbinde. Wangen kürzer. Fühler schlanker. Länge 8—17 ***fuscum* Fabr.**

1' Stirn zwischen den Fühlern der Länge nach nicht vertieft.

Stirn schwach und gleichmäßig gewölbt. Halsschild in der Mitte glänzend, dicht und fein punktiert, an den Seiten matt, äußerst dicht und fein runzelig punktiert und fein gekörnelt. Schwarz. Beine rotgelb bis rotbraun. Fühler des ♂ etwas länger als die des ♀. Flügeldecken mit kurzen, anliegenden grauen Haaren besetzt, die im ersten Drittel oft sehr dicht stehen (mitunter eine Binde bilden). Flügeldecken matt, schwarz mit zwei erhabenen mehr, weniger deutlichen Längslinien. Länge 8—17 mm. Schlesien, Schweiz, Tirol, Mähren . . ***Gabrieli* Weise.**[1])

Spielformen:

a) Flügeldecken rostrot, Schenkel schwarz, Schienen und Tarsen rotgelb.

b) Flügeldecken schwarz. Schenkel schwarz. Schienen und Tarsen rotgelb. (= *T. crawshayi* Sharp). (England.)

c) Flügeldecken rotbraun. Beine rotgelb. (Nur ab und zu die Oberseite der Schenkel gegen die Spitze etwas und stellenweise angedunkelt.) Lärche. Mähren.

Die aus Lärche in Südmähren erhaltenen Stücke gehören zum Großteil der von Weise beschriebenen Stammform an. Die Spielformen a und b wurden nicht erhalten, hingegen eine Spielform mit rotbraunen Flügeldecken und rotgelben Beinen, die in der Tabelle als Spielform c

[1]) Originalbeschreibung: „Elongatum, nigrum, pedibus fulvis aut ferrugineis fronte convexiuscula, haud canaliculata, prothorace disconitido, crebre subtilius punctato, latera versus opaco, creberrime ruguloso-punctato et subtilissime grannulato, elytris opacis, elevato lineatis 9,5—14 mm. Silesia, Helvetia, Tirolis.“ — „var a. Elytris obscure ferrugineis, femoribus nigris, tibiis, tarsique rufo-piceis.“ (Weise.)

angeführt wurde. Die schwarze Stammform war häufig, die mit rotbraunen Flügeldecken und rotgelben Beinen ausgestattete Spielform hingegen selten. Jedenfalls darf für dieses Vorkommen „schwarz" als dominant, „rotbraun" als rezessiv bezeichnet werden.

In der inneren Organisation der beiden Arten *T. Gabrieli* und *T. fuscum*, welche beide genau untersucht wurden, konnten keine Verschiedenheiten festgestellt werden. Auch die männlichen und weiblichen Genitalorgane lassen feine Artunterscheidungsmerkmale vermissen.

## 2. Geruchsorgane der Fühler.

Um zur Klärung der Frage, ob die Fühler der Cerambyciden besondere Geruchsorgane besitzen, beizutragen, wurden die Fühler der beiden Tetropiumarten einer genauen Untersuchung unterzogen. In dem entomologischen Schrifttum sind die Angaben über besondere Geruchsorgane der Cerambycidenfühler nicht übereinstimmend. Hauser fand nur Tastborsten, gegen Lespès (Deegener).

Bei starker Vergrößerung findet man, in der Regel beginnend vom fünften bis zum letzten Fühlerglied Sinnesfelder. Auf diesen Sinnesfeldern befinden sich nie Tastborsten. Je ein Sinnesfeld befindet sich an der Spitze jedes einzelnen Fühlergliedes (5—10) und zwar meist an der Spitzenfront des Fühlergliedes, daher bei seitlicher Betrachtung oft nur schmal sichtbar; nur das letzte Fühlerglied trägt das Sinnesfeld nicht an der Spitze, sondern an der Grenze vom zweiten zum dritten Drittel (siehe Abb. 1, Tafel I). Vom fünften bis zum vorletzten Fühlerglied nehmen die an der Spitze stehenden Sinnesfelder an Größe zu. Meist trägt jedes einzelne Fühlerglied ein zusammenhängendes Sinnesfeld, mitunter aber auch mehrere kleine nebeneinander; an den der Spitze näherliegenden Fühlergliedern, nimmt das Sinnesfeld oft den halben (oder auch mehr) Umfang des Vorderrandes ein. Das letzte Fühlerglied ist am Übergang vom zweiten zum dritten Drittel stellenweise schwach eingeschnürt und hier liegt entweder ein großes, zusammenhängendes oder auch manchmal mehrere kleine Sinnesfelder. Die Spitze des letzten Fühlergliedes trägt nur kräftige, gelenkig eingefügte Tasthaare.

Die Sinnesfelder erscheinen bei schwacher und mittlerer Vergrößerung als schwächer chitinisierte Platten, die eine Anzahl kaum chitinisierter, kreisrunder Stellen (porenartig) zu tragen scheinen. Bei starker Vergrößerung betrachtet, am besten mit Immersion, ergibt sich, daß jedes Sinnesfeld mit einer großen Anzahl schwach chitinisierter Riechkegel besetzt ist (die bei geringer Vergrößerung als schwach chitinisierte kreisrunde Stellen erscheinen). Diese Riechkegel (Abb. 2, Tafel I) sind dünnwandig, durchscheinend, stumpf und sitzen auf ziemlich großen Poren der Chitinkutikula; die Poren selbst sitzen auf kleinen etwas erhabenen Polstern,

welche schwächer chitinisiert sind, als die Kutikula sonst. Es erscheint daher auch das ganze Sinnesfeld, gegenüber der umgebenden Kutikula, heller.

Neben den große Sinnesfelder bildenden Riechkegeln findet man mitunter auf den letzten Fühlergliedern auch noch einzelne, zerstreute, im übrigen ganz gleichartige Riechkegel.

Die Zahl der Riechkegel auf den einzelnen Sinnesfeldern ist recht ansehnlich; es konnten auf einem Sinnesfeld bis 145 gezählt werden.

Diese Organe können wohl mit Recht als Geruchsorgane angesprochen werden. Hierfür spricht die Art ihres Aufsitzens auf der Fühleroberfläche, denn sie sind nicht gelenkig eingefügt; weiter auch der Umstand, daß sie eine nicht chitinisierte, dünne Wandung besitzen. Auch die Tatsache, daß sonst keine anderen Geruchsorgane festzustellen sind, bestätigt die Funktion als Geruchsorgane. (Ähnliche Geruchsorgane finden sich nach v. Frisch auch an Hymenopterenfühlern.) Als Tastorgane können sie keineswegs in Frage kommen, da sie z. B. an der Vorderkante der Fühlerglieder sitzend, in ihrer Kürze, weit überragt von den gelenkig eingefügten, kräftigen, langen und chitinisierten Tastborsten, ganz unmöglich dieser Funktion nachkommen könnten. Es können diese Organe daher mit vollem Recht als Riechkegel bezeichnet werden.

Im fachlichen Schrifttum wird angenommen, daß Riechkegel vorzüglich dem Nahgeruch, also dem Beriechen der Gegenstände aus nächster Nähe dienen. Diese Funktion der Riechkegel erklärt sich auch, wenn wir bedenken, welch genaue Unterscheidung der Stammteile vom *Tetropium*-Weibchen geübt wird. Wie später gezeigt werden wird, bedürfen die *Tetropium*-Arten, mit Rücksicht auf ihr biologisches Verhalten den bevorzugten Brutstätten gegenüber, ganz besonders gut mit Geruchsorganen für den Nahgeruch ausgestatteter Fühler. Beim Männchen werden die Riechkegel die Weiterleitung des weiblichen Geschlechtsgeruches vermitteln.

Allerdings dürften die Riechkegel bei *Tetropium* auch dem Ferngeruch dienen, da neben den Riechkegeln andere Geruchsorgane trotz eifrigem und genauem Suchens nicht gefunden werden konnten. — Im allgemeinen sind die *Tetropium*-Arten aber auch Tiere, die mehr oder weniger an die Örtlichkeit gebunden sind, nicht weite Strecken fliegend zurücklegen wie manche Hymenopteren, und auch nicht so verschiedenartiger Geruchsorgane wie sie sich an den Fühlern der Biene finden, bedürfen. Auch dürften die *Tetropium*-Arten von vornherein auf ganz bestimmte Gerüche eingestellt sein (wie aus ihrem biologischen Verhalten entnommen werden kann); sie sind also Geruchsspezialisten! Als solche müssen sie auch nicht viele Düfte unterscheiden wie z. B. die Biene, für welche v. Frisch nachgewiesen hat, daß sie zahlreiche verschiedenartige Düfte zu unterscheiden vermag.

Im Anschlusse noch einige Worte über die angewendete Methode der Aufhellung der Fühler. Bei der Untersuchung der stark chitinisierten *Tetropium*-Fühler ergibt sich die Notwendigkeit, sie für Zwecke genauer Untersuchung aufzuhellen. Sehr rasch und gut gelangt man auf folgende

Weise zum Ziel. Die Fühler werden in eine Eprouvette in destilliertes Wasser gelegt. In einem mit einen durchbohrten Korken, durch den eine abgebogene Glasröhre führt, verschlossenem Kolben, wird naszierendes Chlor (aus Braunstein [$MnO_2$] nativ granulat mit Salzsäure und Wasserzusatz) erzeugt. Das entstehende Chlor wird durch die abgebogene Glasröhre in das destillierte Wasser, in dem sich die aufzuhellenden Fühler befinden, eingeleitet. Die Aufhellung erfolgt rasch ohne die Substanz anzugreifen.

## 3. Das Ei.

Das Ei ist 1 bis 1,2 mm lang und 0,2 bis 0,3 mm breit, längsoval. Die Farbe ist weißlich mit einem sehr feinen Stich ins grünliche. Dieser Stich ins Grünliche ist besonders gut an der vom Lärvchen bereits verlassenen Eischale wahrzunehmen. Bei dem noch das Lärvchen beherbergenden Ei tritt der Stich ins Grünliche zurück, das Ei erscheint gelblichweiß, was auf den durchschimmernden Inhalt zurückzuführen ist.

Die zum Großteil völlig glatte Eischale (Abb. 3, Tafel I) zeigt am Kopfende, d. h. dort wo sich das Lärvchen durch Verzehren eines Teiles der Eischale den Weg ins Freie bahnt, auf etwa ein Fünftel seiner Länge über den ganzen Umfang eine polygonale Felderung. Einzelne dieser Polygone enthalten wieder konzentrische Vielecke. Durch diese Felderung wird hier eine Rauhigkeit der Eioberfläche geschaffen, die auch ihre besondere Bedeutung hat. Es wird dadurch ein besseres Haften der Sporen der symbiontischen Hefen ermöglicht, die das Lärvchen beim Schlüpfen mit einem Teil der Eischale mit verzehrt. (Die Behandlung dieser Frage erfolgt in einem späteren Kapitel.) —

Ein Unterschied im *Gabrieli-* und *fuscum*-Ei ergab sich nicht.

## 4. Die Larve.

Trotz eingehenden Befassens mit dieser Frage, ist es nicht gelungen, Unterscheidungsmerkmale zwischen den Larven der beiden Arten *T. Gabrieli* und *fuscum* festzustellen.

Die Larven sind meist 14 bis 28 mm lang, schwach-flach niedergedrückt. Die Brustringe tragen kurze Beine, deren Klauenglied kleine feine Dörnchen besitzt. Zur Fortbewegung dienen vorzüglich die Gangwarzen auf der Ober- und Unterseite der Leibesringe. Der Körper ist fein behaart und trägt feine Verruken, die auf den Gangwarzen — welche auf den beiden letzten Leibesringen nicht mehr ausgebildet werden — kräftiger sind, hier sehr dicht stehen und durch ein Einhacken an der Unterlage mit gleichzeitigem Nachschieben die Fortbewegung ermöglichen. Der kräftig chitinisierte, zum Großteil in die Vorderbrust zurückgezogene Kopf ist breiter als lang; die Seiten sind nur schwach gerundet. Die Seitenteile der Kopfkapsel sind in ihrer ganzen Länge miteinander ver-

wachsen und divergieren nicht nach rückwärts. Der Clypeus ist 4mal so lang als breit, die Oberlippe halbkreisförmig und so breit wie der Clypeusrand. Mandibeln sehr kräftig. Die Spitze des letzten Tastergliedes beider Taster (Maxillar- und Lippentaster) trägt einzelne stumpfe Kegel. (Geschmacksorgane?) Die Spitze der vorhergehenden beiden Tasterglieder trägt eine große Anzahl spitziger, nicht gelenkig eingefügter Kegel, die kaum chitinisiert sind und auf einem großen distalen Sinnesfeld dicht gedrängt stehen. (Siehe Abb. 5, Tafel I). Außerdem finden sich einzelne, große, gelenkig eingefügte Tastborsten.

Fühler sehr kurz, dreigliedrig. Nur das dritte Fühlerglied trägt Geruchsorgane (siehe Abb. 4 u. 4', T I) und besondere Auszeichnungen. Auf der einen Seite findet sich ein breiter Aufbau (A), auf dem zwei Riechkegel (R) und vier Tastborsten aufsitzen; auf der zweiten dem Innenrand näheren Hälfte stehen ein großer mäßig chitinisierter Kegel (B) mit breiter Basis und zwei Riechkegel (R). Diese Anordnung ist bei beiden Tetropiumarten die gleiche. Am zweiten Fühlerglied stehen drei Tastborsten. — Die Anordnung und Anlage der Auszeichnungen des letzten Fühlergliedes unserer *Tetropium*-Arten ähnelt sehr der im Handbuch der Entomologie von Deegener (Sinnesorgane) wiedergegebenen Fühlerspitze der Raupe von *Mamestra pisi* L. Es scheint, daß die Anlage der Auszeichnungen der letzten Fühlerspitze, bei den ersten Stadien verschiedener Insektenordnungen einander oft sehr ähneln. —

Auffallend ist die Armut der Fühler der Tetropiumlarven an Riechkegeln gegenüber den reich damit ausgestatteten Fühlern der fertigen Tiere. Sie ist aber erklärlich, da die Larven bei ihrer Lebensweise in der Cambialzone wenig Geruchsorgane und vorzüglich für den Nahgeruch benötigen. In erster Linie haben die Larven nur zu unterscheiden zwischen „zum Fraß tauglich" und „zum Fraß untauglich", wobei sie vorwiegend von den Sinnesorganen der Taster geleitet werden dürften. Vielleicht vermitteln die Geruchsorgane der Fühler den Geruch der umliegenden Zonen, und die dann erfolgende Abkehr von der einen oder der anderen Zone. (Siehe später.)

Vorderbrust breit, oberseits schwach chitinisiert mit zwei Seitenlinien. Eine feine Mittellinie erstreckt sich bis zum vorletzten, mitunter auch bis zum letzten Leibesring. Atemöffnungen breitoval. Am Körperende und zwar am Hinterrand des 9. Segmentes stehen oberseits zwei kleine, einander sehr genäherte, stark chitinisierte Körner, die nur durch die Mittellinie getrennt sind und deren Spitze schwach gekrümmt erscheint.

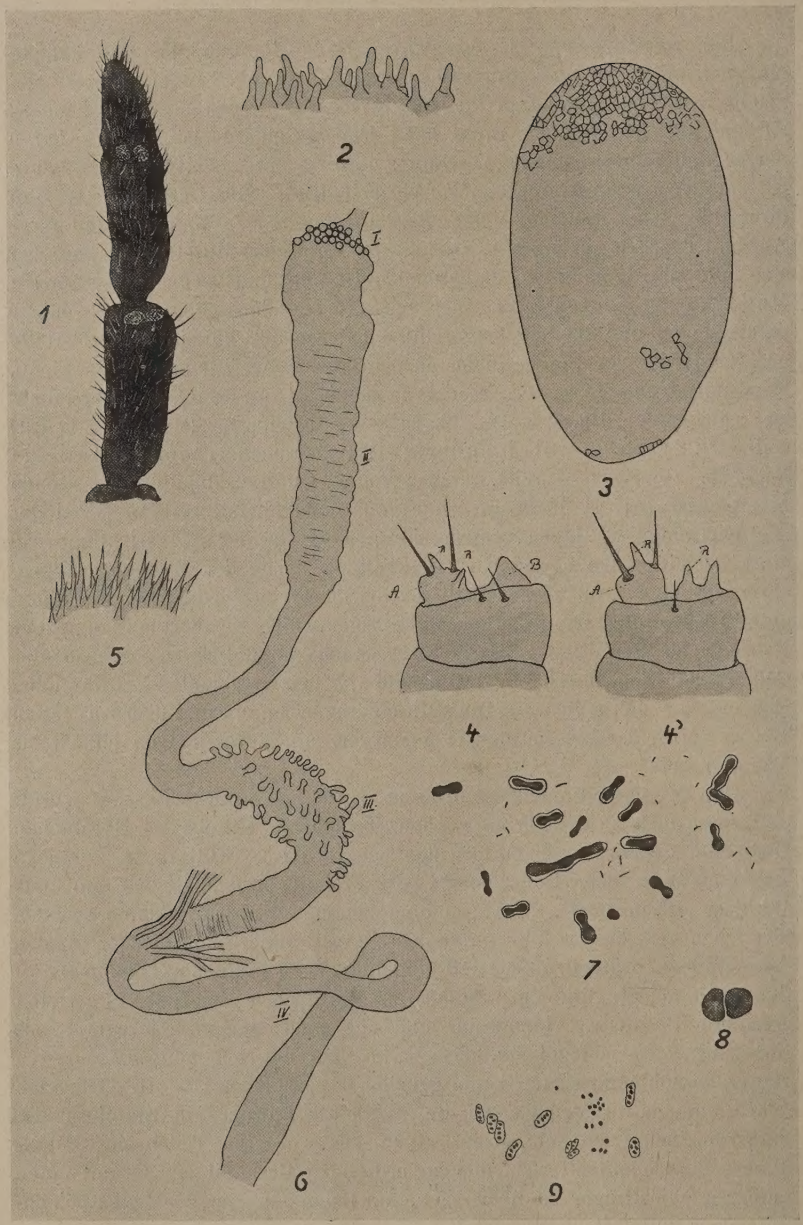
## 5. Der Darm der Larve.

Mit Rücksicht auf die interessanten von Symbionten bewohnten Organe und mit Rücksicht auf die Ernährung der Parasiten, erfuhr der Larvendarm eine eingehendere Behandlung.

Der Vorderdarm ist sehr kurz. Seine Funktion ist eine äußerst einfache, er ist nur Zuleitungsrohr für die Nahrung. Bereits unter dem ersten Brustring mündet er in den Mitteldarm, der auch an Längenausdehnung den größten Anteil hat. Der Mitteldarm ist bei der Larve der weitaus überwiegende Abschnitt; dies ist erklärlich, denn die Larve ist eine Wachstumsstufe, die vorwiegend frißt. Die Darmlänge ist nun ihrerseits wieder von der Menge der aufgenommenen Nahrung und ihrer Aufschließbarkeit abhängig. — Gleich am Beginn des Mitteldarmes befinden sich die, die Symbionten enthaltenden Organe und zwar liegen sie am Mitteldarm in einigen ganz oder teilweise geschlossenen, mehr weniger regelmäßigen und aneinander gereihten Kreisen um die Einmündungsstelle des Vorderdarms. Sie bestehen aus einzelnen, eng aneinander gereihten, beerenförmigen, etwas vorragenden Organen. (Am besten im Dunkelfeld zu beobachten.) Dieser erste Abschnitt des Mitteldarms (siehe Abb. 6, T. I) soll als „Symbiontentragender Teil I" bezeichnet werden. Der nun folgende, erweiterte, breite, kräftige und Quermuskulatur aufweisende Mitteldarmteil II dürfte in seiner funktionellen Tätigkeit zum Teil der des menschlichen Magens entsprechen; er ist in der Längsrichtung wie eine Ziehharmonika beweglich. Die Faltung dürfte den Zweck verfolgen, einerseits eine größere ausnützbare Oberfläche zu bieten, bei Anfüllung eine Ausdehnung zu gestatten, weiter auch mit die Fortbewegung der Nahrung zu vermitteln. Hier dürfte auch vorzüglich der Abbau der Cellulosenahrung, durch Einwirkung der von den Symbionten herrührenden Enzyme vor sich gehen. — Dem Mitteldarmabschnitt I und dem vordersten Teil des Mitteldarmabschnittes II entspricht ein Säuregrad von ph 5·5 bis 5·8, also sauer.

Die Wasserstoffionenkonzentration wurde an 30 Exemplaren geprüft und zwar nach zwei kolorimetrischen Methoden. Mittels des Merckschen Universalindikators und mittels des bei Lautenschläger in München erzeugten Wulffschen Kolorimeters. Die Gelatinefarbenblättchen, die beim Wulffschen Kolorimeter in Anwendung kommen, wurden in kleine, schmale Streifchen zerschnitten und unter dem Präpariermikroskop in den, auf den Säuregrad zu prüfenden Darmteil eingeführt, oder in die ausgepreßte Darmflüssigkeit gelegt. Die Verwendung des Wulffschen Kolorimeters gestattet genauere Resultate. Immerhin sind die angegebenen Säuregrade als Näherungswerte aufzufassen, da ein in Spuren erfolgendes Hinzutreten von Leibeshöhlenflüssigkeit kaum gänzlich zu vermeiden ist. Die sichersten Werte sind da zu erzielen, wo die Weite des Darmes ein Einführen der Farbstreifchen ermöglicht, wie z. B. in den vorderen Teilen des Mitteldarmes. Es empfiehlt sich, den zu prüfenden Darmteil jeweils auf einen sauberen Objektträger zu übertragen, um Beimengungen der Leibeshöhlenflüssigkeit tunlichst auszuschalten.

Der restliche, größere Teil des Mitteldarmabschnittes II und der Beginn des verjüngten zur Divertikelregion überführenden Teiles hat einen




Tafel I.

*1* Fühler; Sinnesfelder auf den Fühlergliedern *2* Riechkegel von den Sinnesfeldern. *3* Ei von *Tetropium Gabrieli*. *4* Fühler der Larve; *R* Riechkegel. *5* Teil eines Sinnesfeldes vom Taster der Larve. *6* Larvendarm; *I* Symbiontischer Mitteldarmteil; *II* Mitteldarmteil zwei; *III* Divertikelregion; *IV* Enddarm. *7* Symbiontische Hefen aus den symbiontenenthaltenden Organen des Mitteldarmteils I. *8* Menschliche rote Blutkörperchen, zum Größenvergleich. *9* Sporen der Symbionten aus den Beschmiersäcken des ♀ Geschlechtsapparates.

Säuregrad von ph 6 bis ph 6,2. Hier dürfte die resorbierende Tätigkeit bereits anheben. In den Abschnitten II und III wird die Nahrung chemisch verarbeitet und für die Aufnahme in das Blut zubereitet. Die Resorption erfolgt dann durch die Darmzellen, die ihrerseits die Nahrung an das sie umspülende Blut abgeben. Die Divertikelregion selbst, hat einen Säuregrad von 6,4 bis 6,6. Dieser Säuregrad stimmt völlig mit dem der Leibeshöhlenflüssigkeit die ein ph von 6,5 aufweist, überein. Es wird also, wie aus der übereinstimmenden Wasserstoffionenkonzentration geschlossen werden darf, hier in der Divertikelregion die größte resorbierende Tätigkeit vorliegen. Die Vorstülpungen dürften zur besseren Resorption dienen.

Vor dem Übergang in den Enddarm (IV) zeigt der Mitteldarm wieder starke Querstruktur, die den Abschub der Verdauungsreste in den Enddarm unterstützt.

Die am Beginn des Enddarmes sitzenden Malphigischen Gefäße sind in einer Anzahl von sechs Stück vorhanden, Tetropium gehört demnach zu den Hexanephria Kolbes. — Der Enddarm ein einfach gewundenes, glattes Rohr, zeigte in seinem Inhalte einen Säuregrad von ph 6,8 bis (in der Regel) ph = 7, ist also neutral.

Der Darminhalt ist also am Beginn des Mitteldarms stark sauer, in der Divertikelregion schwach sauer und im Enddarm neutral.

Über die Lage des Darmes im Körper wäre noch beizufügen: Der Darm verläuft bis etwa zum Beginn der Divertikelregion gerade, macht nun eine Krümmung nach vorn, verläuft bis zum Beginn des Enddarms wieder nach rückwärts; der Enddarm verläuft bis zu seiner Mitte neuerdings nach vorn, um nach der Umkehr geradlinig auszumünden. Die Vasa malphigi reichen bis in die Mitte des Mitteldarmabschnitts II.

## 6. Die Symbionten und der Haushalt der Nutznießungsgemeinschaft.

Im Anschlusse an den Darm, wo die Symbionten eine wesentliche Rolle beim Aufschließen der Nahrung spielen, werden sie daher auch besprochen.

Zu den anregendsten Fragen gehört die nach der Art der Aufschließung der Cellulosenahrung durch die sich von Holzsubstanz ernährenden Insekten. Da im Larvendarm funktionell keine, die Cellulose abbauenden Enzyme abgesondert werden, muß der Aufschluß der Cellulose auf anderem Weg erfolgen. Dies geschieht durch verschiedene Formen von Nutznießungsgemeinschaften mit Kleinlebewesen; also durch ein Bündnis zwischen Tier und Pflanze; bei unseren *Tetropium*-Arten mit Hefen, die die erforderlichen Enzyme liefern.

Die Nutznießungsgemeinschaft spielt nicht nur im Pflanzenreich (Knöllchenbakterien der Leguminosen; Mikorrhyza usw.) eine lebenswichtige Rolle sondern auch im Tierreich (bei Warmblütlern z. B. das *Bacterium coli*, dann die Mikrofauna in den Verdauungsorganen der Pflanzenfresser, die bezeichnenderweise bei Trockenfutter zunimmt). Eine ebenso wichtige Stellung nehmen die Symbionten bei allen Insekten, die sich von Pflanzensäften ernähren (Blattläuse, Schildläuse), wie auch jenen, die sich vom Blut der Warmblütler verköstigen und den von Holzsubstanz lebenden Insekten ein.

Bei den von Holznahrung lebenden Insekten, treten nach Buchner drei Arten von Nutznießungsgemeinschaften auf.

1. Pilzzucht außerhalb des tierischen Körpers auf geeignetem, entweder künstlich bereitetem, oder natürlich sich bietendem Substrat. (Termiten, Blattschneiderameisen, holzbrütende Borkenkäfer, Werftkäfer und Holzwespen.)

2. Zucht von Protozoen und vor allem Bakterien auf dem Nährboden der mit den Mandibeln zerkleinerten und mit verschiedenen Sekreten durchsetzten Nahrung in Hohlräumen des Darmkanals — (nichtpilzzüchtende Termiten, *Potosia cuprea, Oryctes nasicornis, Sinodendron cylindricum,* holzfressende Lamellicornier, holzfressende Dipterenlarven, *Tipula, Cnetophora*).

3. Kultur von pflanzlichen Mikroorganismen verschiedener Art in den Körperzellen des Wirtes selbst, ernährt von dessen Säften. — Das ist die häufigste Form. (Anobiiden, Buprestiden, *Hylobius, Pissodes, Otiorrhynchus, Cryptorrhynchus, Cleonus* und die Cerambyciden.)

Bei unseren *Tetropium*-Arten tritt die dritte Form der Nutznießungsgemeinschaft auf: Kultur von pflanzlichen Mikroorganismen in den Körperzellen des Wirtes selbst, ernährt von dessen Säften. Es sind recht verwickelte intrazellulare Symbiosen, die hier auftreten. Bei den Larven handelt es sich um lokale Ausstülpungen des Mitteldarmes die von Hefen bewohnt sind. Bei den fertigen Käfern, die Blütenbesucher sind, und daher auch die zelluloseabbauenden Symbionten nicht benötigen, fehlen auch die symbiontischen Organe. — Die Übertragung erfolgt durch Beschmiersäcke, die sich am weiblichen Genitalapparat befinden. Buchner vergleicht die in den Beschmiersäcken von *Tetropium castaneum* vorgefundenen Sporen, die mit einem feinen Reif umzogen sind, mit den charakteristischen Sporen der *Willia*-Arten und einiger Endomyceten. —

Die Symbionten von *Tetropium fuscum* und *T. Gabrieli* wurden einem eingehenden Studium unterzogen. — Zur Untersuchung eignet sich am besten lebendes Larvenmaterial, weniger solches, das in Alkohol oder in Freylingscher Lösung aufbewahrt wurde. Nach Entfernung der Kopfkapsel und des Analendes wird der Larvenbalg der Länge lang aufgeschnitten und der Darm vorsichtig entnommen, hierauf vom Fettkörper gereinigt. Die symbiontischen Organe befinden sich, wie bereits erwähnt,

am Beginn des Mitteldarms und sind leicht zu ersehen. Jede einzelne beerenförmige Auftreibung enthält die symbiontischen Hefen in großer Menge. Der symbiontische Darmteil wird abgetrennt und nun können hiervon leicht Ausstriche angefertigt werden. In Tuschausstrichpräparaten sind die Hefen gut sichtbar. Sie sind grampositiv färbbar und zeigen nach der Kapselmethode gefärbt, eine deutliche Schleimhülle. Die Form ist bei den *Tetropium*-Arten eine typische Hantel- bezw. Biskotenform (siehe Abb. 7, T. I) daneben treten, jedoch äußerst selten, ovale Formen auf. Die feine Granula der Hefen und der sie umgebende, stark lichtbrechende Schleimhof, ist am deutlichsten bei Beobachtung in Lugol'scher Lösung, auch in Jodjodkaliumlösung, weniger deutlich in Wasser, zu sehen. Diese Formen waren bei allen Larven von *T. Gabrieli* und *T. fuscum*, auch bei verschiedener Herkunft (Südmähren, Maissau, Raabs, St. Michael) stets die gleichen.

Die Kultur der Hefen muß mit Sorgfalt durchgeführt werden. Bouillon (Rindfleisch) eignet sich nicht, besser ist schwachsauere Bierwürze. Direkte Ausstriche auf Nähragar wachsen gut an, wenn diesem etwas Bierwürze zugesetzt wurde! Die Temperaturen bei denen die Kulturen gezogen werden, sollen 30° C nicht überschreiten. Gut wuchsen die Kulturen bei 25° C bis 26° C an, am besten bei Zimmertemperatur. Sie bilden weiße gallertartige Tröpfchen. Bemerkenswert ist, daß die Form der auf Agar gezogenen Hefen von der im symbiontischen Mitteldarmabschnitt abweichend ist. Die Hantel- bezw. Biskotenform verschwindet und es tritt die elliptische Form auf. Es ergibt sich demnach ein Dimorphismus.

Neben den Symbionten finden sich noch andere Mikroorganismen im Darm vor. Über die Verteilung der Kleinlebewelt im Darm gewinnt man eine recht gute Übersicht, wenn man den ganzen Darm auf einem Objektträger ausbreitet und leicht nach Gram färbt. Im vordersten Teil des Mitteldarms tritt die Häufung der symbiontischen Hefen stark hervor; im Teil III und im Enddarm finden sie sich nur vereinzelt. Neben den symbiontischen Hefen treten sehr zahlreich Stäbchenbakterien und endlich noch Streptococcen auf, die mit der Nahrung in den Darm gelangen dürften. Sie erscheinen häufig im vorderen Mitteldarmabschnitt. Die Häufigkeit der Streptococcen nimmt mit abnehmendem Gesundheitszustand der Larven zu! Hingegen scheint die Masse der Symbionten abzunehmen. Je kränker und weniger reaktionsfähig die Larve ist, desto häufiger sind die Streptococcen.

Die Stäbchen und Streptococcen sind in Bierwürze und auf Nähragar leicht zu ziehen, bis Temperaturen von 37° C.

Die Übertragung der Symbionten auf die Nachkommenschaft erfolgt bei der Eiablage mittels der Beschmiersäcke am weiblichen Geschlechtsapparat. — Bei der Puppe findet man anfangs noch die vegetativen Hefestadien. Später tritt Sporenbildung ein. Die Sporen sind in eigenen Organen des weiblichen Geschlechtsapparats angereichert, in

den „Beschmiersäcken"; von hier gelangen sie bei der Ablage des Eies auf die Eischale. Zu diesem Zweck besitzt der weibliche Geschlechtsapparat eine eigene Organisation, die sowohl bei *T. fuscum* wie *T. Gabrieli* die gleiche ist (siehe Abb. 4, Tafel II). Der weibliche Geschlechtsapparat besteht aus mehreren Teilen. Dem Stab St., ferner den drei äußeren Teilen I, II, III des unpaaren Eileiters, die wie die Teile eines Fernrohres aus- und einziehbar sind; hierbei bildet der Teil I — jener Teil wo die Vagina in die fixe Verbindung mit den letzten Hinterleibsringen umschlägt — den festen Ruhepunkt. Innerhalb befinden sich die beiden Beschmiersäcke B (im eingeschachtelten Zustand stehen sie oben heraus, Abb. 5, Tafel II) die ihrerseits in die Vagina münden; jeder ist von einem Stäbchen S begleitet zu dem sich im Teil III noch ein kleines Stäbchen s hinzugesellt. Am Ende des Teiles III stehen die beiden Bürsten Bü, die bei der Eiablage als Tastorgane fungieren. Die Abb. 4, T. II zeigt den ganzen Geschlechtsapparat in ausgezogenem Zustand, d. h. in der Lage und Stellung wie sie bei der Eiablage eingenommen wird. Abb. 5, T. II zeigt ihn in Ruhestellung, ineinandergeschachtelt; hierbei treten die oberen Enden der beiden Beschmiersäcke aus der Vagina heraus und sind etwas umgeschlagen. In diesen Beschmiersäcken befinden sich nun in Unzahl die Sporen der Symbionten. Schreitet das Weibchen zur Eiablage, so wird die in Abb. 4 T. II gezeichnete Stellung des Geschlechtsapparates eingenommen; mit den Bürsten wird zuerst die für die Ablage der Eier zu wählende Stelle genau und sorgfältig abgetastet. Wenn nun das Ei in den unpaaren Eileiter gelangt, muß es seinen Weg neben den beiden Sporenbehältern der Beschmiersäcke vorbeinehmen, wodurch ein Druck auf diese ausgeübt wird und Sporen durch den Ausführungsgang in die Vagina eintreten. Damit aber nicht zuviel der Sporen austreten können, ist die oberste Zellschicht der Innenhaut der Beschmiersackgänge eigens mit rauhen, stellenweise fast widerhakigen Zellen versehen, wodurch ein Zuviel des Austretens von Sporen hintangehalten wird. Die Stäbchen S und s dienen als ein Festigungs- und Leitungsgerüst. Besonders durch die eigene Form des Stabes S dürfte das Ei gut mit den Gangmündungen in Berührung gebracht werden. Das durchgleitende Ei wird so während seines Weges durch die Vagina ausreichend mit Sporen der Symbionten beschmiert.

Um ein gutes Anhaften der Sporen auf der Oberfläche des Eies zu ermöglichen, ist der Vorderpol durch polygonale Felderung rauh (Abb. 3, T. I) Das ausschlüpfende Lärvchen verzehrt, wie bereits erwähnt, um sich den Weg ins Freie zu bahnen, einen Teil der Eischale und damit auch die daran haftenden Sporen, die so in den Darm gelangen, wo das Verhältnis der gegenseitigen Nutznießung von neuem anhebt.

Die Formen der Sporen in den Beschmiersäcken sind bei T. fuscum und *T. Gabrieli* die gleichen. Sie sind oval und färben sich nach der Möllerschen Sporenfärbungsmethode leuchtend rot. Innerhalb einer Hülle finden sich 3 bis 4 Sporen (Abb. 9, T. I), zum Größenvergleich sind in

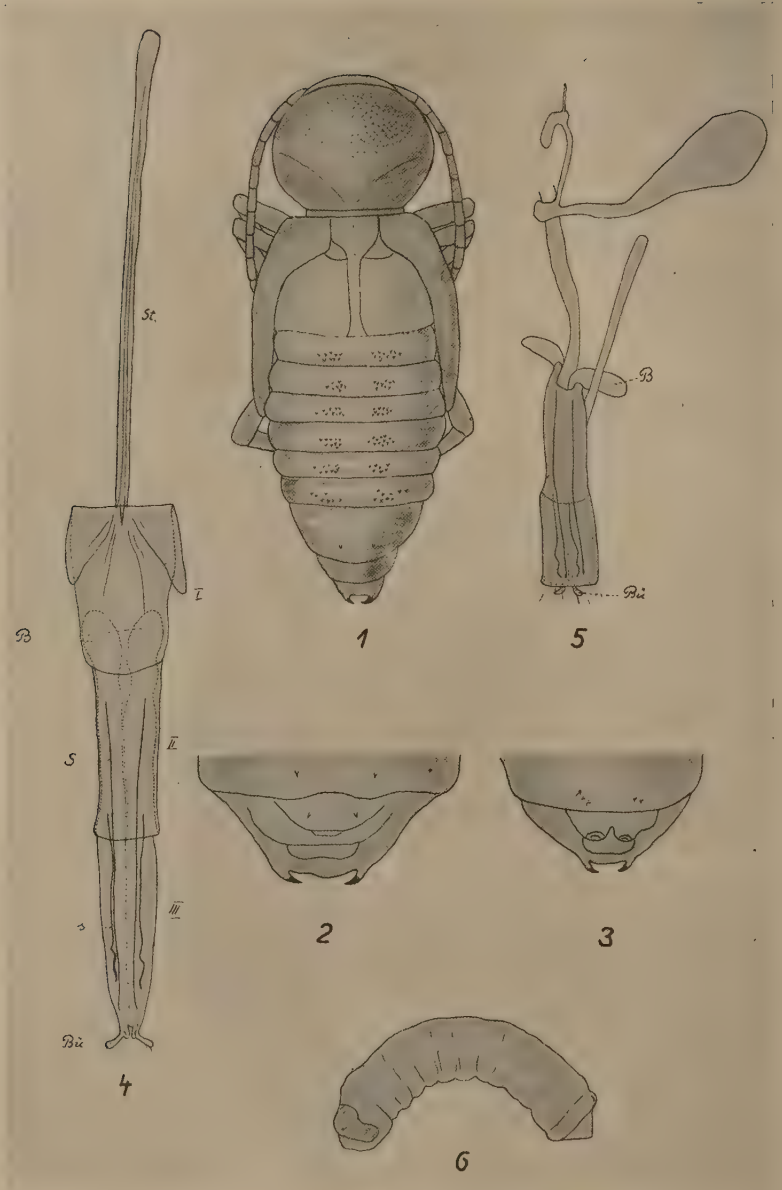
Abb. 5, T. I menschliche rote Blutkörperchen abgebildet. Diese haben durchschnittlich 7,5—8 μ Durchmesser. Da diese Sporen weder Hutform aufweisen, noch die für Wilhelmen typische Leiste zeigen, dürften die Symbionten bei T. fuscum und T. Gabrieli einer anderen Gattung angehören als die von Buchner für *T. castaneum* beschriebenen und abgebildeten.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch darauf verwiesen, daß die Kenntnis der Symbionten vielleicht einen neuen Weg der Bekämpfung technischer Schädlinge eröffnet. Ich denke besonders an die alte Kunstwerke zerstörenden Anobien. Alte Kunstwerke, besonders wenn sie Bleifarben tragen, leiden unter der Schwefelkohlenstoffbehandlung, die Cyanbehandlung wird ihrer Giftigkeit wegen nicht geschehen. Da nun Kleinlebewesen in reinem Sauerstoff Schaden nehmen, könnten die Holzzerstörer, durch Behandlung ihrer Wohnstamen mit nascierendem Sauerstoff unter Druck steril gemacht werden, wodurch sie, der Zellulosespalter beraubt, eingehen müßten.

## 7. Die Puppe.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung der Puppe von *Tetropium Gabrieli* Weise.

10—17 mm lang, 3—4,5 mm breit; weiß. Halsschild rundelliptisch, breiter als lang; oberseits mit vielen zerstreuten, sehr feinen Dörnchen unregelmäßig besetzt. Die Dörnchen sind schwach chitinisiert, stehen vorn und in der Mitte am dichtesten, um nach rückwärts spärlicher zu werden. Größte Breite der Puppe etwa beim 3. Hinterleibsring. Die einzelnen Hinterleibsringe tragen jederseits der freien und glatten Mitte eine Gruppe kräftig chitinisierter Dörnchen (Abb. 1, T. II). Diese Dörnchengruppen sind dem Hinterrand jedes einzelnen Leibesringes mehr genähert als dem Vorderrand. Auf den sechs ersten Ringen sind sie kräftig, auf den folgenden spärlicher und schwächer; auf den beiden letzten vor dem Analende liegenden, finden sich in der Regel nur je 2, am letzten nur je ein Dörnchen jederseits. Das Analende ist in zwei große, kräftige, stark chitinisierte Hacken ausgezogen, die mit den Spitzen einwärts gekrümmt, also einander zugewendet sind. Auf der Unterseite trägt das Analende besondere Auszeichnungen und zwar hat der vorletzte Ring bei der männlichen Puppe meist jederseits der Mitte nur ein Dörnchen, während bei der weiblichen 2—3 vorhanden sind. Einige dieser feinen Dörnchen sind oft zu Wärzchen die ein Haar tragen umgebildet. Der letzte Ring trägt auf der Unterseite in beiden Geschlechtern meist jederseits ein sehr feines Dörnchen, das beim ♀ öfter als beim ♂ in ein haartragendes Wärzchen umgebildet erscheint. Das letzte Bauchsegment ist beim ♀ in der Mitte eingebuchtet und läßt mehr, weniger deutlich die kommenden Genitalanlagen erkennen (Abb. 2 und 3 T. II.: es sind dies die beiden ovalen




Tafel II.

*1* Puppe von *T. Gabrieli* Weise. *2* ♂ Analende der Puppe von *T. Gabrieli;* Unterseite. *3* ♀ Analende der Puppe von *T. Gabrieli;* Unterseite. *4* ♀ Genitalapparat in Legestellung; *St* Stab; *B* Beschmiersäcke: *S* Stäbchen; *s* kleines Stäbchen; *Bü* Bürsten. *5* ♀ Genitalapparat in Ruhestellung; *B* Beschmiersäcke; *Bü* Bürsten. *6* Larve von *Helcon aequator* Nees; Jugendstadium.

Ringe, hier entstehen dann die Bürsten der weiblichen Legeröhre. Dadurch kann eine Unterscheidung der Geschlechter im Puppenstadium Platz greifen.

Die Beschreibung der *T. fuscum*-Puppe wurde mangels einwandfrei sicherem *fuscum* Larvenmaterials nicht vorgenommen.

## 8. Zur Biologie der beiden Tetropium-Arten.

### Kopula, Eiablage, Dauer des Eistadiums.

In dieser Richtung wurde eine große Zahl von Untersuchungen und Beobachtungen durchgeführt. Die Eiablage erfolgt in der Regel vom 4. bis 6. Tag nach dem Schlüpfen der Tiere. Die Kopula beginnt gleich nach dem Schlüpfen.

Am 25 August 1928 wurde ein Zuchtversuch mit eben im Freiland frisch geschlüpften Tieren (*Tetropium Gabrieli*) unter möglichst natürlichen Verhältnissen angesetzt. Die eben geschlüpften Tiere (♀♀ und ♂♂) wurden in einen mit Organtin verschlossenen Zuchtkasten, der mit frischen Lärchenstücken und Lärchenzweigen beschickt wurde, eingezwingert. Der Zuchtkasten verblieb im Garten an der Nordseite des Hauses im Schatten. Es wurde die gleiche Zahl Weibchen und Männchen zusammengegeben. Bereits 1—2 Stunden nach dem Schlüpfen setzte die Kopula ein. Die Geschlechtsorgane sind also im Augenblick des Schlüpfens vollkommen ausgereift. Der Begattungsakt währte 25—40 Minuten, selten kürzer. Während der Kopula verlieren die Tiere nichts von ihrer großen Beweglichkeit, aufgescheucht flüchten sie rasch, ohne die Begattungsstellung aufzugeben. Da ein und dieselben Weibchen wiederholt begattet wurden, darf angenommen werden, daß eine durch einmalige Kopula bedingte Füllung des Receptaculum seminis nicht ausreichend ist zur Befruchtung aller abzulegenden Eier. Allerdings dürfte in dem beschränkten Raum des Zuchtkastens das Geschlechtsleben vielleicht gesteigert worden sein. — Dafür aber, daß eine einmalige Begattung nicht hinreichend ist, spricht der Umstand, daß auch während der Legezeit die Weibchen wiederholt begattet wurden. — Die Kopula findet stets tagsüber statt; des abends, in der Nacht und zeitig früh saßen die Tiere versteckt und ruhig einzeln unter den Ästen, Borckenschuppen und den Lärchenzweigen. — Die Begattungstätigkeit dauerte intensiv vom 25. bis 28. August. Während der ersten drei Tage waren die Tiere fast stetig in Kopula anzutreffen. Am 28. August flaute die Begattungstätigkeit ab und der Legeakt begann. Am 29. August, also am 5. Tag nach der ersten Begattung, vollzog sich bereits intensive Eiablage. — Die Weibchen krochen langsam — gegenüber der sonst flinken und raschen Bewegungsweise der *Tetropium*-Arten an den Lärchenstücken herum und versenkten ihre vorgestreckte Legeröhre, oft auch die letzten Hinterleibssegmente unter Borkenschuppen und in tiefe Rindenrisse. Nicht jede Stelle wurde wahllos zur

Eiablage benutzt, viele oft unverrichteter Dinge verlassen. Vor der Ablage des Eies wird die Rinde vorsichtig und lang mit den Bürsten, die am Ende der Legescheide stehen, befühlt und abgetastet; erst wenn die betreffende Stelle als geeignet befunden wurde, vollzog sich die Eiablage. Das Abtasten und Absuchen erfolgt stets unter heftiger Bewegung der vorgestreckten Fühler und mit herausgestreckter Legescheide, indem das Weibchen schraubenförmig um das Stück herum wandert. Es macht geradezu den Eindruck, als ob das Tier seine ganzen Sinnesfähigkeiten angestrengt anspannen würde.

Die Eier werden unter Borkenschuppen und in tiefe Rindenrisse abgelegt, und zwar so tief darunter- bezw. hineingeschoben, als das Weibchen mit der vorgestreckten Legescheide und event. den letzten Hinterleibsringen einzudringen vermag. Finden sich am Stamm Wundstellen vor, so werden die Eier auch gern an deren Ränder abgelegt. Bei liegenden Stämmen erfolgt die Eiablage auch an den Hirnflächen, und zwar hier direkt an die Grenze zwischen Rinde und Holz, also an die Kambialzone.

Am Beginn der Legezeit werden die Eier meist einzeln oder auch zu zwei oder drei Stück abgelegt, später jedoch erfolgt die Ablage zu drei bis sechs Stück nebeneinander, und zwar mit den Längsseiten dicht aneinandergefügt; mit dem zeitlichen Fortschreiten der Legetätigkeit werden die Eier in zunehmend größerer Zahl, am Ende zu acht bis zehn nebeneinander in kleinen Häufchen, die aber wieder räumlich recht weit getrennt sind, abgelegt. Diese Beobachtung, daß sich die Zahl der Eier, die zur gemeinsamen Ablage gelangen, steigert, konnte öfters gemacht werden. Es ist dies unter anderem auch mit eine Erklärung für die zum Schluß der Schlüpfzeit wieder ansteigende Schwärmkurve (siehe unten). Schlechtes, widriges Wetter läßt in der Eiablage einen vorübergehenden Stillstand eintreten.

Die Dauer der Eiablage erstreckt sich über rund 14 Tage. (In den Zuchten 8—15 Tage.)[1])

Das Schlüpfen der Lärvchen aus diesen Eiern begann am 13. September und währte bis zum 20 an. Im Durchschnitt beträgt die Eiruhe 10—14 Tage.

Unterschiede ergeben sich weder bei den beiden Arten *fuscum* und *Gabrieli*, noch bei der Frühjahrs- und Herbsteiablage.

Zu bemerken wäre, daß Begattung zwischen der Stammform und der Spiebform c normal stattfand.

Die Untersuchung der inneren weiblichen Geschlechtsorgane ergab bei vor der Begattung stehenden Weibchen durchschnittlich 16 große, legereife Eier; die Gesamtzahl der gezählten Eier je Weibchen belief sich im Durchschnitt auf 120. Zur Ablage gelangen durchschnittlich je

[1]) In den Zuchten starben die Tiere nach 17 bis 25 Tagen ab, die Männchen früher, die Weibchen später.

Weibchen 80 Eier. Weibchen, welche allein, ohne Männchen jedoch nach erfolgter Begattung eingezwingert wurden, legten im Durchschnitt nur zwanzig bis dreißig befruchtete Eier ab, was gleichfalls dafür spricht, daß eine einmalige Begattung und Füllung des Receptaculum seminis zur Befruchtung aller Eier nicht ausreichend ist, und daher öftere Begattung während der Legezeit erforderlich erscheint, was den gemachten Beobachtungen entspricht.

## Der Larvenfraß.

In der Biologie des Fraßes der Larven besteht zwischen den beiden Arten *T. Gabrieli* und *T. fuscum* kein anderer Unterschied als der, daß *Gabrieli* in Lärche, *fuscum* in Fichte lebt. Beide bevorzugen die unteren Stammteile. *T. fuscum* findet sich aber auch in Fichtenwurzeln mit *Hylobius* vergesellschaftet! Die Lehrkanzel erhielt solche Stücke aus St. Michael ob Leoben.

Wie bereits erwähnt, verläßt das Lärvchen nach 14tägiger Eiruhe das Ei und nimmt seinen Weg durch die Borke, um in die Kambialzone zu gelangen. Auch wenn das Ei tief unter Borkenschuppen oder in Rindenrisse abgelegt wurde, so hat das Lärvchen, namentlich bei der dickborkigen Lärche eine nicht unbeträchtliche Borken- bezw. Rindenschicht zu bewältigen, bis es an den Ort seiner optimalen Nahrung gelangt. Wenn die Eiablage an Wundstellen oder in der vorhin angedeuteten Weise an den Hirnflächen gefällter Stämme erfolgt, so nimmt das Lärvchen seitlich seinen Weg in die Kambialzone. Hier wird nun vorerst ein etwa $^1/_2$ mm breiter Fraßgang gefressen, der jedoch bereits nach einer Strecke von $1^1/_2$ bis 2 cm eine Breite von $^1/_2$ cm erreicht und dann häufig platzförmig wird. (Abb. 1a, 1b, 1c.) Eine Bevorzugung der Längs- oder Querrichtung (zur Holzfaser) kann hierbei nicht festgestellt werden. Allerdings wird im allgemeinen unter normalen Verhältnissen der Hauptsache nach mehr, weniger die Längsrichtung mit vielen Abweichungen und Windungen beibehalten. Vor dem Eintritt in den Holzkörper zur Anlage der Puppenwiege erweitert sich häufig der Gang platzförmig bis zur Breite von $2^1/_2$ cm, mitunter sogar mehr. Die mit hellgelb und braun gemischtem Nagemehl dicht vollgestopften Gänge liegen 2—3 mm im Rindenkörper und schürfen den Splint bis zu einer Tiefe von $1^1/_2$ mm. Die vollwüchsige Larve frißt sich mit einem längsovalen Eingangsloch radiär in den Holzkörper um die Puppenwiege anzufertigen. (Abb. 2 zeigt eine Ansicht des Larvenfraßes.) Das Larvenleben währt rund 90 oder 328 Tage.

## Die Puppenwiege.

Die Puppenwiege liegt bei der gesunden Larve 3—4 cm tief (in radiärer Richtung) im Holzkörper, dabei oft 2 cm tief im Kern. Der radiäre Eingang zweigt an seinem Ende rechtwinkelig ab (Abb. 3). Die verpuppungsreife Larve dreht sich vor der Verpuppung um und verschließt

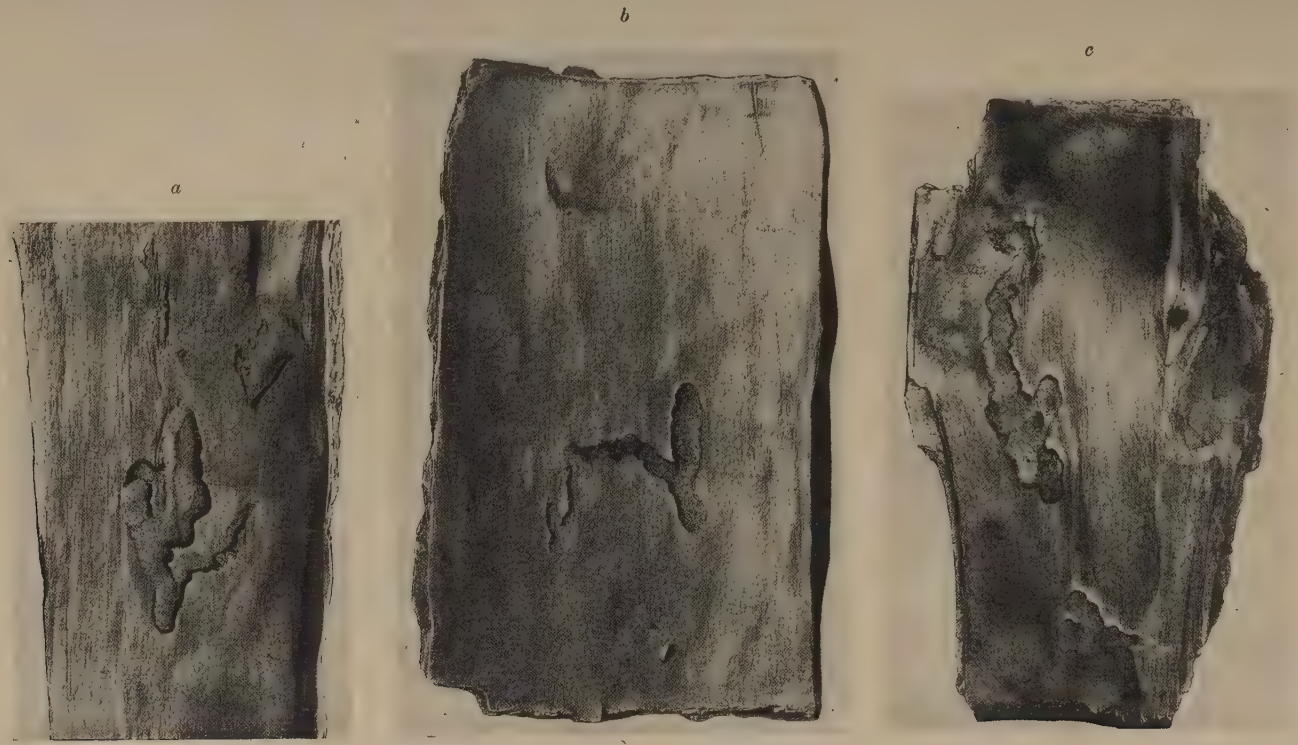



Abb. 1. Beginn des Larvenfraßes von *Tetropium Gabrieli* bezw. *fuscum*.

den Übergang der radiären Eingangsröhre zur Puppenwiege mit einem Nagespanstopfen, durch welchen sich das fertige Tier durchnagen muß. In einzelnen Fällen, wo sich die Larve vor der Verpuppung nicht umgedreht hat, findet man in der Puppenwiege den verendeten Käfer, von dessen vergeblichen Bemühungen herauszugelangen seine Umgebung Zeugnis ablegt. (Abb. 4.) Auch die parasitierte Larve dreht sich vor der Ver-

Abb. 2. Larvenfraßbild von *Tetropium Gabrieli* Weise an Lärche. Vollendeter Fraß.

Abb. 3. Puppenwiege einer gesunden Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise in Lärche.

puppung um. Die Parasiten liegen mit dem Kopf vorwärts in der Larve; erfolgt das Umwenden nicht, so findet man die eingegangenen Parasiten mit dem Kopf nach abwärts eingegangen in den Puppenwiegen.

Wie wohl bei der parasitierten Larve eine Erklärung für das fallweise Unterbleiben der Umkehr unschwer zu finden wäre, so doch nicht für die gesunde Larve.

Die Puppenruhe währte in der Regel 14 Tage.

Neben der Anlage der normalen Puppenwiegen findet man auch solche im Rindenkörper allein oder zwischen Rinde und Holz, also in

der Kambialzone. Auch fertige Käfer wurden in einzelnen Fällen solchen Puppenwiegen im Winter entnommen, so daß vereinzelt die Überwinterung auch als fertiger Käfer erfolgen kann. Diese Puppenwiegen sind oval 2—3 auch mehr mm in der Rinde versenkt und mit festem Nagemehl umgeben; von diesen Puppenwiegen nagt sich der Käfer zunächst mehr oder weniger schief gegen die Außenseite der Rinde einen Gang, der

Abb. 4. *Tetropium fuscum* in der Puppenwiege verendet. Der Käfer konnte die Puppenwiege nicht verlassen, da sich die Larve vor der Verpuppung nicht umgedreht hatte.

Abb. 5.
Rindenpuppenwiege von *Tetropium Gabrieli*.

dann senkrecht zur Rindenoberfläche umbiegt und ins Freie führt. Abb. 5. Eine ähnliche Form ist die, daß die Puppenwiege in den Rindenkörper selbst versenkt ist, sie ist dann oft stellenweise von festem Bohrmehl umgeben. Diese Form tritt bei dicker Borke mitunter auf. Von einem regelrechten Hakengang, wie er bei der Puppenwiege im Holzkörper normal ist, ist in diesem Fall nichts zu sehen, einzig und allein erinnert die Umkehr in der Richtung des Ganges vor der Anlage der Rindenpuppenwiege an die typische Hakengangform.

Die Rindenpuppenwiegen sind dort, wo dickere Borke vorliegt, häufiger, im allgemeinen aber sind sie seltener, es kommen etwa auf 100 normale Puppenwiegen 4—6 Rindenpuppenwiegen. An Lärche sind sie häufiger als an Fichte, was seine Ursache in der verschiedenen Rinden- bezw. Borkenbeschaffenheit hat.

Diese Puppenwiegenformen dürften auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden können. Erstens kann man sie, bei der Sommergeneration, in starker Borke als Notpuppenwiegen betrachten. Sie dürften von Tieren stammen, die bei dauernder hoher Kambialtemperatur rasch vollwüchsig geworden, bei starker Insolation zwischen Rinde und Holz oder im Rindenkörper zu rascher Notverpuppung schritten. In starkborkigen Stämmen waren sie bei der Sommergeneration häufiger als bei der Wintergeneration. In den Körperausmaßen unterscheiden sich die aus diesen Puppenwiegen hervorgegangenen Tiere nicht von den Größen der Käfer aus den normalen Puppenwiegen. Zum Großteil befanden sich diese Notpuppenwiegen auf den Stammseiten, seltener auf der Stammunterseite (des liegenden Stammes). Es sei hier auch auf die später erfolgende Besprechung der Einflüsse der Kambialtemperaturen verwiesen.

Als zweite Ursache kann, auch für die Wintergeneration, ein anderer Grund herangezogen werden und zwar die Parasitierung. Wie später besprochen wird, ist der Aktionsradius der verpuppungsreifen parasitierten Larven geringer als jener der gesunden. Da nun die in den Rindenpuppenwiegen gefundenen Tetropiumlarven — besonders bei der Wintergeneration — sich zu großem Anteil als parasitiert erwiesen hatten, wird angenommen, daß zum Teil auch die Parasitierung die Anlage von Rindenpuppenwiegen zwangsläufig veranlaßt. So daß diese Formen der Puppenwiegen zum Teil jedenfalls Not- bezw. Zwangspuppenwiegen darstellen.

Drittens dürfte sehr dicke Borke an und für sich, auch bei ganz gesunden Larven, Veranlassung zur Anlage der Puppenwiegen im Rinden- bezw. Borkenkörper sein. Oft ist ja Lärchenborke, besonders über dem Wurzelanlauf mehrere Zentimeter dick. Die Puppenwiege liegt dann ebenso tief, als z. B. bei dünner Fichtenrinde wo sie sich 3—4 cm im Holzkörper befindet.

Die Beziehungen zwischen Parasitierung und Puppenwiege, werden im Abschnitt „Parasiten“ Behandlung finden.

## Die Generationsfrage.

Bei dem Studium der Biologie der beiden *Tetropium*-Arten wurden insbesondere die Generationsverhältnisse, wie auch die Faktoren, welche die Generation beeinflussen, in den Kreis der Untersuchungen gezogen. Gerade in der Generationsfrage herrschen in der Literatur verschiedene Ansichten. Ein Teil der Autoren (Altum, Judeich, Boas) bezeichnen die Generation als zweijährig; Escherich, Nüßlin, Pauly, Ohlemann,

Lindemann als einjährig. Pauly erhielt nach einigen Monaten bereits fertige Käfer; die Tiere waren jedoch klein und schwächlich und sind nicht zur Fortpflanzung geschritten. Immerhin hat Pauly durch seine Beobachtungen bereits die Beeinflußbarkeit von *Tetropium* nachgewiesen. Wie die Verhältnisse im Freiland liegen, und ob die früh auskommenden Käfer imstande sind, eine zweite Generation zu begründen, diese Fragen standen noch offen.

Die nachstehend erörterten diesbezüglichen Untersuchungen erstreckten sich von 1926 bis zum Frühjahr 1929 und lieferten eindeutige Ergebnisse. Die Feststellungen wurden 1927—1929 in den Slavietitzer Forsten in Südmähren und 1927—1929 auch in denen der Gutsverwaltung Maissau in Niederösterreich durchgeführt.

1926 und 1927 konnte sowohl bei *T. Gabrieli* wie auch bei *T. fuscum* eindeutig einjährige Generation festgestellt werden und zwar mit der Flugzeit vom 20. April bis 6. Juni. Die Daten beziehen sich auf den Zeitraum des Ausschwärmens. Siehe Abb. 12, in der die Schwärmkurve des Käfers festgelegt wurde. Die Schwankungen in der Dichte lassen sich zum Teil aus den jeweilig aufgetretenen Kaltwetterperioden während der Schwärmheit bezw. während der Eiablage des Vorjahres erklären.

Sowohl 1926 wie auch 1927 waren im Sommer keine Anlagen von Puppenwiegen zu beobachten. Die Anfertigung der Puppenwiegen setzte erst im Herbst ein; etwa die Hälfte der Larven fertigte ihre Puppenwiegen im Herbst, der Rest am Beginn des Frühjahres an.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse im Jahr 1928. Das Schlüpfen erfolgte von Ende April bis Anfang Juni.

Am 18. August wurde im Waldteil Schwarzerde Abtg. 31 e und a eine im Februar 1928 vom Wind geworfene — vorher völlig gesunde — Lärche untersucht. Das Ergebnis war ein äußerst interessantes: es fanden sich neben vollwüchsigen, bereits verpuppungsreifen Larven, die entweder die Puppenwiege, bereits angefertigt hatten oder eben damit begannen, auch Puppen und fertige Käfer vor! Wie aus zahlreichen ganz frischen Schlupflöchern zu ersehen war, war ein Teil der Käfer bereits geschlüpft, der größere Teil war im Begriff seine Brutstätte zu verlassen oder lag als Puppe und verpuppungsreife Larve vor. Der Entwicklungszeitraum dieser Käfer hatte demnach nur vom Frühjahr (Ende April—Anfang Mai) bis Mitte August gewährt; also nur $3^1/_2$ Monate! Da der betreffende Stamm genau in Evidenz gehalten war, liegt keinerlei Zweifel vor, daß die im August bis September 1928 geschlüpften Tiere die Nachkommen des Frühjahrsschwarmes 1928 sind. Die im August und September schlüpfenden Tiere schritten sogleich zur Kopula und alsbald auch zur Eiablage. Es erscheint demnach das Zustandekommen einer doppelten Generation bei *Tetropium Gabrieli* Weise eindeutig erwiesen! Wie für *T. Gabrieli* an der Lärche, konnte 1928 auch für *T. fuscum* an Fichte im Waldteil „Hohe Maisch" doppelte Generation festgestellt

werden! Aber nicht nur in diesen Südmährischen Forsten, sondern auch in den Forsten der Gutsverwaltung Maissau hatte *Tetropium* 1928 doppelte Generation.

Es wurde nun versucht, der Frage: unter welchen äußeren Bedingungen, unter welchen Einflüssen kommt bei *Tetropium* doppelte Generation zustande, näherzutreten. Wenn es auch nicht möglich ist, alle Ursachen zu erfassen, so soll doch versucht werden, einen Teil der maßgebenden wirksamen Teilkräfte auf ihre Einwirkung zu untersuchen.

Es war naheliegend, die klimatischen Verhältnisse und ihre Auswirkungen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. In beiden Forsten, Slavietitz und Maissau haben wir es mit niederschlagsarmen Gebieten zu tun, beide liegen innerhalb der Jahresisohyete von 500 mm und gehören mit zu den trockensten Gebieten der alten Monarchie. Sowohl die Fichte, wie auch die Lärche befinden sich hier außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes, worauf bei der Erörterung über die wirtschaftliche Bedeutung der beiden *Tetropium*-Arten näher eingegangen wird.

Leider sind die Klimazahlen für die Slavieticer Forste für 1927 und 1928 nicht vollständig. Benützt wurden die Klimazahlen der Station Hrottowitz, die mir in zuvorkommender Weise von der Hydrographischen Abteilung der politischen Landesverwaltung in Brünn beigestellt wurden; die Beobachtungen sind leider unvollständig, da der Beobachter 1926 und 1927 einige Monate nicht beobachtet hat. In nachstehender Tabelle erscheinen die Klimazahlen für Slavietic angeführt:[1])

| Monat | Monatsmittel der Temperatur in C° | | | Monatssummen d. Niederschlages in mm | | | Maximum des Tagesmittels in C° | | | Minimum des Tagesmittels in C° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1926 | 1927 | 1928 | 1926 | 1927 | 1928 | 1926 | 1927 | 1928 | 1926 | 1927 | 1928 |
| Januar . . | — | — | — 1,0 | 24 | 51 | 32 | — | — | 6,1 | — | — | — 14,0 |
| Februar . . | — | — 1,3 | — 0,2 | 39 | 4 | 42 | — | 7,2 | 9,1 | — | — 11,2 | — 9,0 |
| März . . . | — | 5,4 | 0,6 | 27 | 35 | 32 | — | 18,6 | 15,2 | — | 0,6 | — 9.0 |
| April . . . | — | 7,1 | 7,9 | 30 | 56 | 59 | — | 20,3 | 20,6 | — | 0,9 | — 0,7 |
| Mai . . . | — | 11,6 | 10,6 | 79 | 28 | 60 | — | 24,4 | 24,1 | — | 2,5 | 0,3 |
| Juni . . . | — | — | 15,1 | 193 | 103 | 112 | — | 29,7 | 28,6 | — | 8,2 | 5,0 |
| Juli . . . | 18,0 | — | **19,1** | 71 | 117 | **38** | 26.9 | — | **30,6** | 9,9 | — | **11,4** |
| August . . | 15,8 | 17,0 | 16.5 | 27 | 7 | 68 | 25,6 | 26,4 | 27,0 | 9,2 | 10,3 | 10,1 |
| September . | 13,5 | 13,2 | 13,1 | 48 | 31 | 29 | 25,2 | 28.6 | 26,8 | 7,6 | 6,7 | 2,2 |
| Oktober . . | 7,3 | 7,6 | — | 45 | 19 | — | 16,8 | 20,5 | — | —1,0 | 0,9 | — |
| November . | 7,3 | 2,4 | — | 18 | 23 | — | 15,2 | 19,7 | — | —2.2 | — 5.8 | — |
| Dezember . | — | — | — | 19 | 13 | — | — | — | — | — | — 21,8 | — |

[1]) Die Klimazahlen der Station Hrottowitz konnten Anwendung finden, da diese Station nur 4 km von Slavietic entfernt liegt und in der Lage keine wesentlichen Unterschiede aufzuweisen hat.

Soweit ein Vergleich der mittleren Klimazahlen, der freilich für den vorliegenden Zweck nicht als der geeignetste bezeichnet werden kann möglich ist, gelangt er zur Durchführung. (Genauen Aufschluß geben die Tagestemperaturen, wie für Maissau gezeigt werden kann.) Immerhin ist zu ersehen, wenn die für das Zustandekommen einer doppelten Generation in Betracht kommenden Monate Mai bis August heraus gegriffen werden, daß insbesondere der Monat Juli 1928 durch eine sehr geringe Niederschlagssumme charakterisiert ist; weiter auch, daß dieser Monat durch ein höheres Temperaturmonatsmittel gegenüber 1926 (1927 fehlt die Beobachtung) ausgezeichnet ist. Zu bemerken sind auch das höhere Maximum und Minimum des Tagesmittels im Juli 1928; es muß dabei hinzugefügt werden, daß bei diesen Temperaturangaben die Insolation ausgeschaltet ist; es sind Lufttemperaturen im Schatten. In der Sonne wurden im Juli 1928 50° C bis 51° C gemessen! Schon aus der Betrachtung dieser Tabelle erhellt die Bedeutung der Julitemperaturen und Juliniederschlagsmengen für das Zustandekommen doppelter Generation bei *Tetropium*.

Noch besser konnten die wichtigsten klimatischen Faktoren der Jahre 1927 und 1928 für Maissau erfaßt werden. Hier war 1926 und 1927 *Tetropium* in geringem, doch steigendem Maß aufgetreten, um 1928 starke Ausbreitung anzunehmen, was freilich auch durch Vorhandensein infolge der Trockenperioden kränkelnder Fichten (siehe später) unterstützt wurde.

Nachstehende Tabelle zeigt die Verhältnisse der wichtigsten Klimafaktoren, soweit sie erhältlich waren, in den Jahren 1927 und 1928 für Maissau.

| Monat | Monatsmittel der Temperatur in C° | | Niederschlag in mm | | Regentage | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1927 | 1928 | 1927 | 1928 | 1927 | 1928 |
| Januar | +0,1 | +0,13 | 28,7 | 11,0 | 8 | 4 |
| Februar | −0,1 | +2,6 | 0,5 | 37,8 | 2 | 8 |
| März | +4,7 | 1,03 | 32,2 | 19,9 | 2 | 6 |
| April | 7,1 | 7,0 | 56,8 | 34,1 | 15 | 8 |
| Mai | 9,7 | 9,9 | 31,9 | 93,7 | 8 | 11 |
| Juni | 14,5 | 14,4 | 96,2 | 108,1 | 9 | 15 |
| Juli | 15,7 | **20,5** | 101,8 | **17** | 13 | **5** |
| August | 14,8 | **18,3** | 24,6 | 75,9 | 6 | 12 |
| September | 11,5 | 13,26 | 26,7 | 74,4 | 8 | 7 |
| Oktober | 6,6 | 9,3 | 16,7 | 19,4 | 3 | 7 |
| November | 2,7 | 6,8 | 39,1 | 63,2 | 5 | 11 |
| Dezember | −4,7 | −1,7 | 20,2 | 48,2 | 8 | 14 |

Es ergeben sich hier die gleichen Verhältnisse wie für die Slavieticer Forste.

Um jedoch die Verhältnisse genau zu erfassen, genügt es keineswegs die Monatsmittel zu untersuchen, bei denen ja bereits abgerundete Mittelwerte vorliegen, sondern es müssen die Tagesmittel und auch die Extremwerte eingehend studiert werden. Es soll im nach-

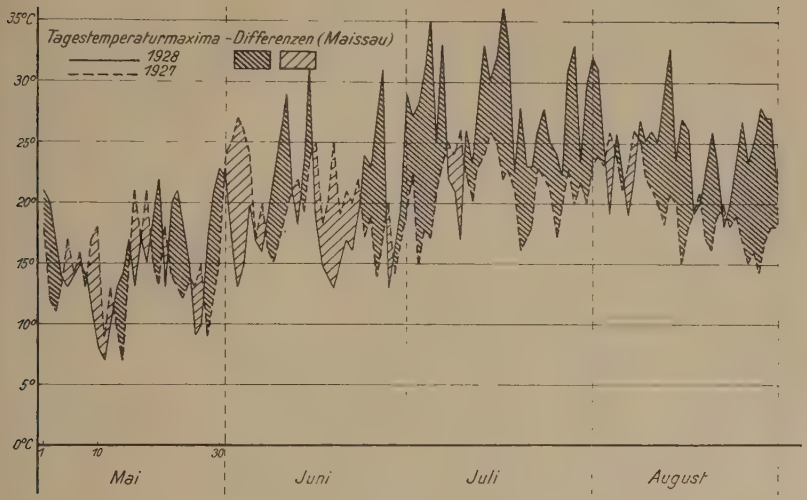



Abb. 6.
Differenzen der Tagestemperaturmaxima von 1927 und 1928. Maissau. Mai—August.

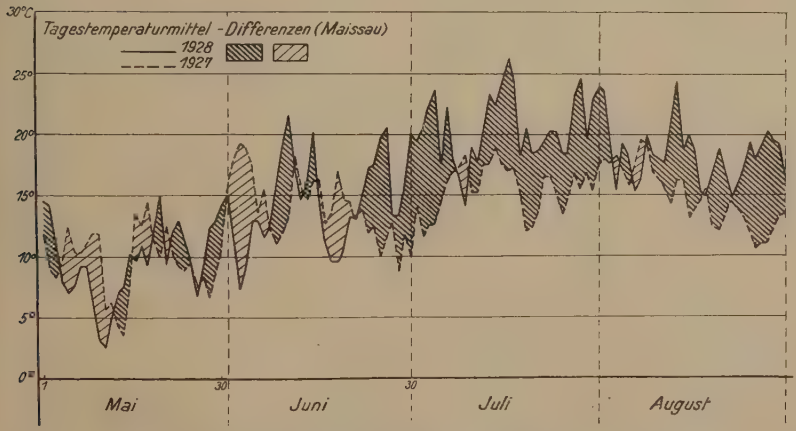



Abb. 7.
Differenzen der Tagestemperaturmittel von 1927 und 1928. Maissau. Mai—August.
Die tiefschwarze Fläche gibt das Mehr des Jahres 1928 über die Temperatur des Jahres 1927 an; die heller gehaltene das Mehr des Jahres 1927 über die Temperatur des Jahres 1928 an.

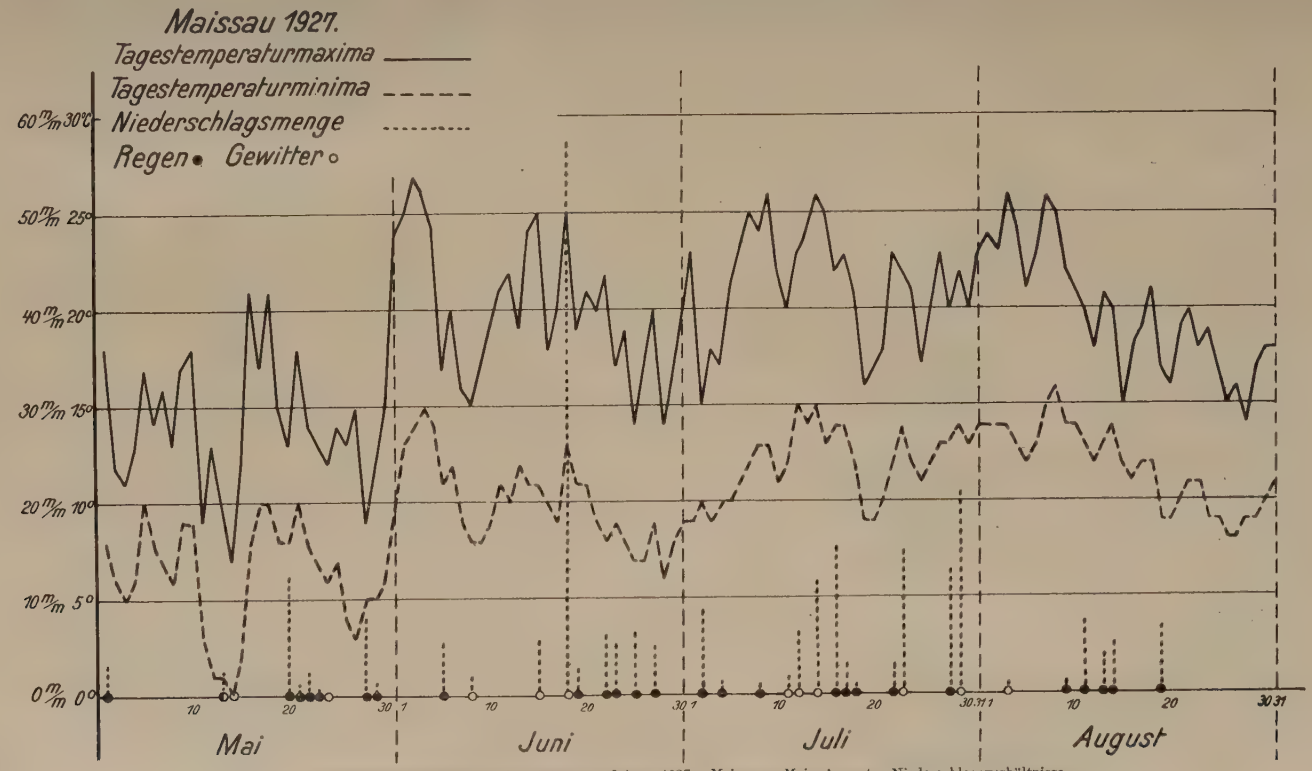



Abb. 8. Tagestemperaturmaxima und -minima des Jahres 1927. Maissau. Mai—August. Niederschlagsverhältnisse.

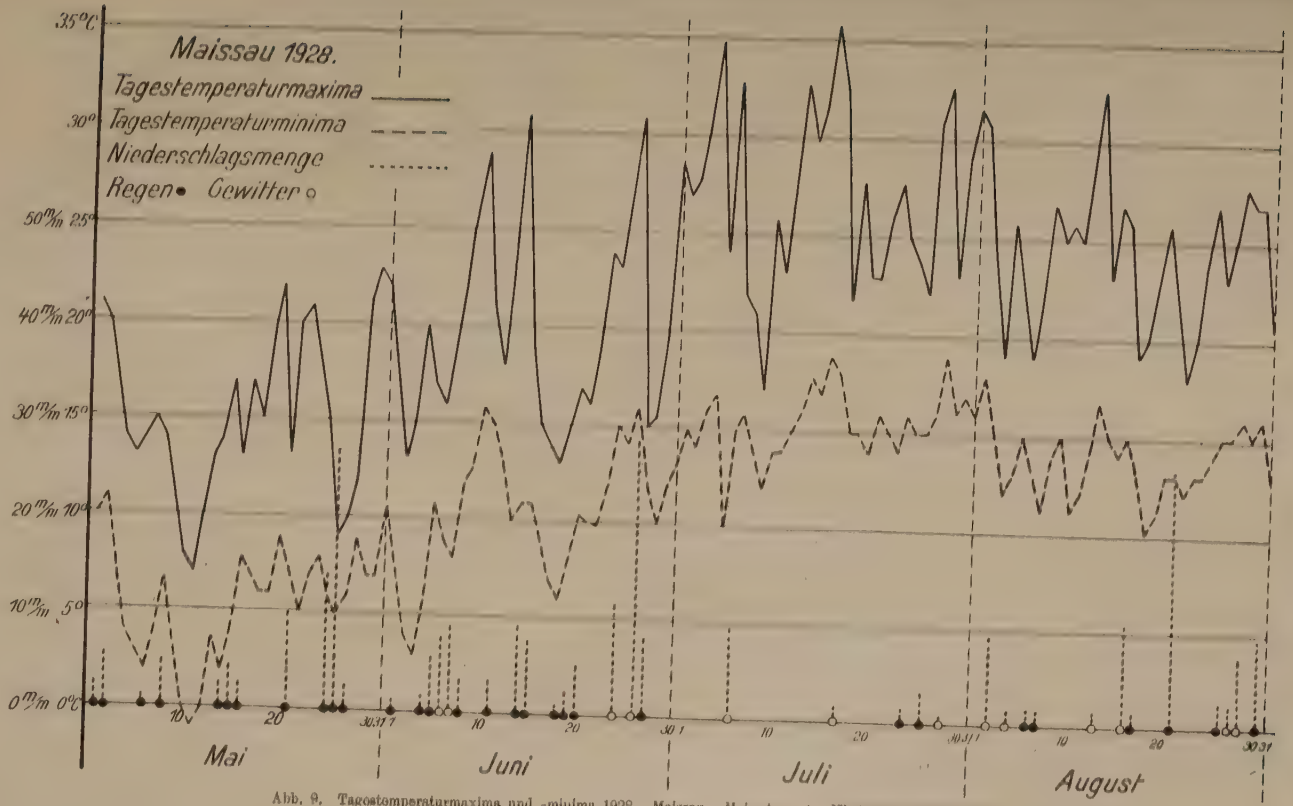



Abb. 9. Tagestemperaturmaxima und -minima 1928, Maissau, Mai—August. Niederschlagsverhältnisse.

stehenden der Einfluß der wichtigsten Klimafaktoren in den Monaten Mai bis August auf das Zustandekommen der doppelten Generation untersucht werden. Um die Klimafaktoren und besonders die Temperaturverhältnisse in den Monaten Mai bis August der Jahre 1927 und 1928 in anschaulicher Weise darzustellen, wurden mehrere Klimadiagramme angefertigt. In den Abb. 8 und 9 wurden die Tagesmaxima und Tagesminima, sowie auch die Niederschlagsverhältnisse festgelegt. Abb. 6 zeigt die Temperaturtagesmaxima für 1927 und 1928, Abb. 7 die Temperaturtagesmittel für 1927 und 1928 (1927 strichliert, 1928 voll ausgezogen). In diesen zwei Abbildungen wurden die Teile, wo die Temperaturkurve d. J. 1928 jene von 1927 übersteigt, mit dunkler Farbe, jene wo die Kurve d. J. 1927 die d. J. 1928 überschreitet, mit heller Farbe angelegt, um die gegebenen Verhältnisse deutlich zur Anschauung zu bringen. Wir ersehen aus dem Vergleich der Kurven daß in den Monaten Mai und Juni sich die Temperaturverhältnisse der Summe nach ziemlich die Wage halten, doch erreicht der Juni 1928 bedeutend höhere Maxima als der des Vorjahres! Beginnend von Mitte Juni ändert sich aber das Bild völlig: die Maxima-Minima- und damit die Tagesmitteltemperaturen überschreiten im Jahr 1928 ganz gewaltig die des Jahres 1927 und behalten diese Tendenz bis in den Herbst bei!

Die nachstehende kleine Tabelle zeigt weiter, daß das Jahr 1927 keinen Tag mit einem Tagesmittel von $\geqq 20°$ C aufzuweisen hatte, 1928 hingegen in den Monaten Juni 4, Juli 16 und August 6! Weiter August 1928 überdies mit 24 Tagen von 15—20° C, August 1927 nur mit 14 Tagen von 15—20° C Tagesmittel. Juli 1928 hat sogar einen Tag mit einem Tagesmittel über 25° C aufzuweisen. Wenn nun noch die Niederschlagsverhältnisse ins Auge gefaßt werden, so ergibt sich der Juli 1928 mit 17 mm und 5 Regentagen, der Juli 1927 mit 101,8 mm und 13 Regentagen. Überdies lagen, wie aus den Abb. 8 und 9 ersichtlich, die Minima d. J. 1928 in den Monaten Juli, August, höher als 1927.

| | Tagesmitteltemperaturen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grade Celsius | Mai | Juni | Juli | Aug. | Mai | Juni | Juli | Aug. |
| | Zahl der Tage | | | | | | | |
| | 1927 | | | | 1928 | | | |
| $< 10°$ | 15 | 1 | — | — | 17 | 4 | — | — |
| 10—15° | 16 | 19 | 9 | 17 | 13 | 14 | 1 | 1 |
| 15—20° | — | 10 | 22 | 14 | 1 | 8 | 13 | 24 |
| 20—25° | — | — | — | — | — | 4 | 16 | 6 |
| $> 25°$ | — | — | — | — | — | — | 1 | — |

Wie aus diesen Darlegungen zu entnehmen ist, war die Zeit von Mitte Juni bis September d. J. 1928 durch besonders hohe Temperaturen ausgezeichnet. Insbesondere werden die Witterungsverhältnisse der Monate

Juli, August und auch noch Anfang September für das Zustandekommen der doppelten Generation gewirkt haben; Juli, August sind die kritischen Monate.

Zusammenfassend ist festzustellen: Das Zustandekommen einer doppelten Generation bei *T. Gabrieli* und *T. fuscum* wird bedingt von den Witterungsverhältnissen der Monate Mai bis August und wird ausschlaggebend beeinflußt von dem Auftreten einer Reihe von Tagesmitteltemperaturen mit $\geqq 20^{\circ}$ C in dem Monat Juli und Anfang August, sowie geringer Zahl von Regentagen im Juli.

Die Zahl der Regentage kann bei den *Tetropium*-Arten vorzüglich nur in dem Sinne in Erwägung gezogen werden, als an diesen Tagen die Insolation — mit Ausnahme von Gewittertagen — in Wegfall kommt. (Bei freilebenden Tieren z. B. Aphiden, spielt die Anzahl der Regentage eine noch bedeutend einschneidendere Rolle.) Anderseits aber, und das gilt besonders auch für den liegenden Stamm, ist eine gewisse, doch nicht zu große Zahl von Regentagen, besonders in Trockenperioden, durch Erhaltung der Feuchtigkeit in der Kambialzone für das Fortkommen der Brut fördernd. In regenreichen Gebieten spielt die Zahl der Regentage auch bei *Tetropium* durch Ausschaltung der Insolation eine hemmende Rolle.

Werden nun noch die Klimaverhältnise von Maissau mit jenen von Slavietic verglichen, so ergibt sich eine augenfällige Ähnlichkeit. In beiden Gebieten hatten *Tetropium* 1927 einfache, 1928 doppelte Generation. Beide Forste gehören auch einem mehr oder weniger gemeinsamen Klimagebiete an.

Es kann weiter kaum daran gezweifelt werden, daß unter besonders ungünstigen klimatischen Verhältnissen, etwa im Hochgebirge in Gletschernähe bei kurzer Vegetationsperiode, hoher relativer Luftfeuchtigkeit, tiefen Minima, viel Regentagen, häufiger Nebelbildung u. s. f., oder im Norden, die Generation auch eine zweijährige werden kann.

Es soll nun noch der Generationsablauf als solcher einer näheren Darstellung unterzogen werden. Er erscheint auf Abb. 10 zur Darstellung gebracht. Oben wurden die Klimaverhältnisse von Maissau, in der Mitte jene von Slavietic für 1927 und 1928 zur Darstellung gebracht. (Hier wurden nur die Monatsmittel, des Raumes wegen, angegeben.) Darunter sind die Generationsverhältnisse in ihrem zeitlichen Ablauf dargestellt. Die schwarze, voll angelegte Fläche bedeutet: Larvenzeit; die mit heller Tusche kenntlich gemachte: Puppenruhe; die weiß belassene: Eiruhe, die senkrecht schraffierte: Dauer vom Schlüpfen bis zur Eiablage; und die horizontal schraffierte: Zeit die der fertige Käfer innerhalb des Stammes vor dem Schlüpfen verbringt. Diese einzelnen Stadien sind nach ihrem zeitlichen Ablauf in nachstehender Tabelle zu ersehen.

| Stadium | Dauer bei hohen Temperaturen. Tagesmittel Juli, August $\geqq 20^0$ C Tage (rund) | Dauer bei mittlerer Temperatur. Tagesmittel Juli-August unter $20^0$ C Tage (rund) |
|---|---|---|
| 1. Zeitraum vom Schlüpfen bis zur Ablage des ersten Eies | (5) | (5) |
| 2. Eiruhe | 14 | 14 |
| 3. Larvenleben | 90 | 328 |
| 4. Puppenruhe | 14 | 14 |
| 4. Käferleben im Stamm vor dem Schlüpfen | 4 | 4 |
| **Entwicklungsdauer:** | **122** | **360 Tage.** |

In die Entwicklungsdauer wurde der Zeitraum vom Schlüpfen bis zur Ablage des ersten Eies nicht mit einbezogen.

Bei mittleren Temperaturverhältnissen, Tagesmittel der Monate Juli-August unter $20^0$ C benötigt Tetropium 360 Tage, bei hohen Temperaturen, d. h. wenn die Monate Juli, August Tagesmittel mit $\geqq 20^0$ C aufweisen, 122 Tage zur Abwicklung einer Generation.

In der Zeichnung Abb. 10 bedeuten die Punkte a: Schlüpfen des ersten, c Schlüpfen des letzten Käfers, der aus der Eiablage der Vorjahrsgeneration stammt. a' Anflug des ersten, c' Anflug des letzten aus der Vorjahrseiablage hervorgegangenen Käfers. d: Schlüpfen des ersten Käfers der ersten Generation. e: Schlüpfen des bei den herrschenden Temperaturverhältnissen noch fertig gewordenen, letzten Käfers der ersten Generation. d' und e' bedeuten deren Anflug.

In der schematischen Darstellung wurde — da die Verhältnisse in einem Wirtschaftsganzen dargestellt sind, — nicht die ganze erste Generation als im Jahr der Eiablage beendet, dargestellt. Je nach der Lage des Stammes im selben Wirtschaftsganzen ist nämlich der Generationsablauf ein verschiedener, worauf später noch näher eingegangen wird. Jedenfalls, und das muß hier vorausgeschickt werden, gibt es in einem Wirtschaftsganzen Stämme und Stammteile, wo die Nachkommen der Frühjahrseiablage auch unter günstigem Großklima, zum Teil oder auch gänzlich erst im Nachjahr fertig werden; auch bei optimalen Lufttemperaturen der Freilandluft. Es weißt also ein Teil eine einfache, ein Teil eine doppelte Generation auf, wie es auch in den Gutsverwaltungen, auf die sich diese Studien erstreckten, der Fall war. Der Anteil des Gesamtbesatzes, der zur Bildung einer zweiten Generation schreitet, ist vom jeweiligen Bestandesklima abhängig. Es verbleibt also neben der zweiten Generation, in der Zeichnung mit II bezeichnet, ein Teil der Nachkommen der Frühjahrseiablage, in der Zeichnung mit I' bezeichnet, der erst im nächsten Frühjahr fertig wird. Die Überwinterung erfolgt zum Großteil als Larve, vereinzelt auch als Puppe oder halbfertiger, seltener als fertiger

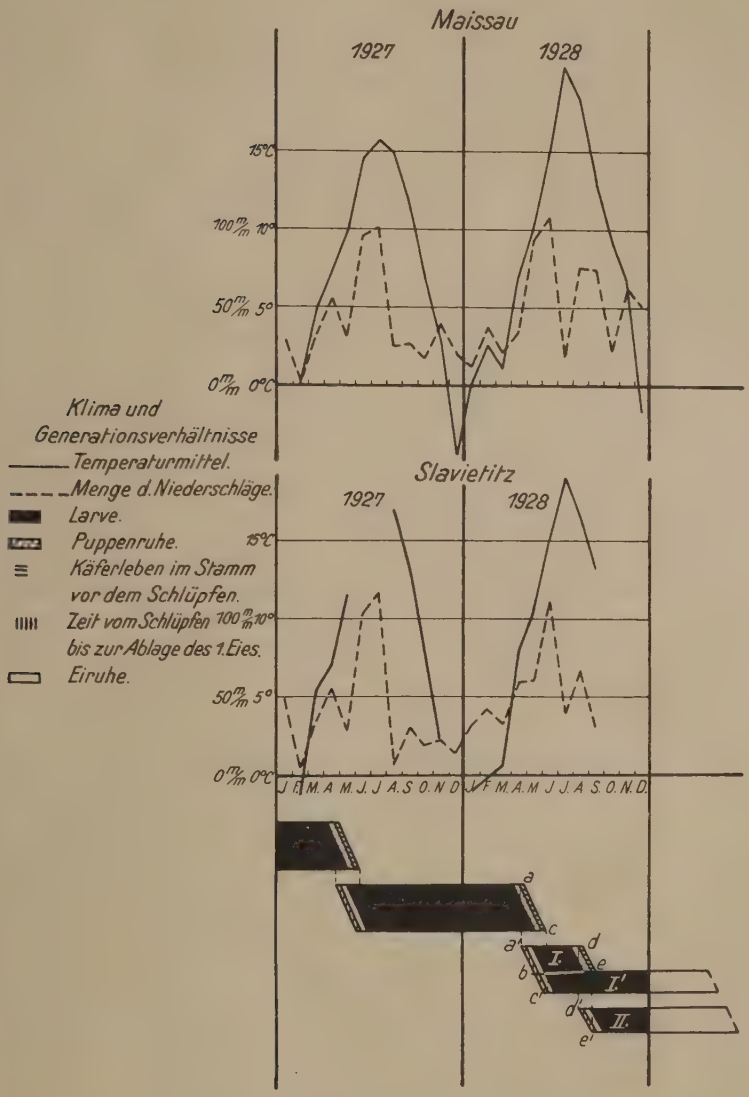



Abb. 10. Generationsablauf. Legende auf der Tafel.

Käfer. I' und II bilden zusammen den Frühjahrsschwarm des kommenden Jahres. Bei doppelter Generation treten also zwei Flugzeiten: Ende April bis Anfang Juni und Mitte August bis September auf. — Die in der Zeichnung gegebene Darstellung gilt für den Generationsablauf, wie er unter den verschiedenen bestandesklimatischen Verhältnissen in einem Wirtschaftsganzen, bei den vorn angeführten Klimaverhältnissen ablief. Natürlich ist der zeitliche Ablauf in verschiedenen Jahren und auch innerhalb ein und desselben Jahres je nach Lage und Bestandesverfassung verschieden. Abschließend kann daran festgehalten werden, daß in Trockenjahren mit Tagesmittel über $\geqq 20^0$ C der Monate Juli, August die Generation doppelt, in Durchschnittsjahren mit Tagesmitteln $< 20^0$ C (Juli, August) die Generation einfach und in extrem kalten Lagen die Generation zweijährig sein kann.

Auf die besonderen Verhältnisse des Generationsablaufes unter den verschiedenen Bestandesverhältnissen wird noch näher eingegangen werden.

Aus der Gegenüberstellung der Klimaverhältnisse in den beiden Forsten und der Generationsfrage ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang. Der Generationsablauf ist eine Funktion der dem Tier zur Verfügung stehenden Wärmesumme, d. h. er wird von der Lufttemperatur und den Niederschlagsverhältnissen beeinflußt; wie auch von der relativen Luftfeuchtigkeit.

Im nachstehenden sollen nun die besonderen Verhältnisse innerhalb eines Wirtschaftsganzen, das für die *Tetropium*-Arten, wie überhaupt für alle Insekten so wichtige Kleinklima Berücksichtigung finden; denn bis jetzt wurden, so weit als es im Bereich der Möglichkeit lag, nur die großen, äußeren Faktoren in Betracht gezogen; auch diese sind nur einige spärliche Teilkräfte einer großen Ursachensumme.

Die äußere Lufttemperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse, kommen den innerhalb der Rinde und des Holzkörpers lebenden Insekten in ganz anderem Ausmaß zu, als sie natürlich gemessen werden; es ergeben sich bedeutende Abänderungen. In jedem Stamm liegt ein besonderes Kleinklima vor, das von einer ganzen Anzahl von Einwirkungen beeinflußt, von einer großen Summe von Ursachen abhängig ist. Die Temperaturverhältnisse der Kambialzone sind durchaus andere, als die der Luft. Die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Kambialzone sind es natürlich, welche die Entwicklung der hier brütenden *Tetropium*-Arten ausschlaggebend beeinflussen. Im allgemeinen übersteigt die Kambialtemperatur die Lufttemperatur: oft ganz bedeutend! Im amerikanischen Schrifttum hat sich Graham mit dieser Frage (bei Buprestiden und Monochamus) beschäftigt.

Als Faktoren, welche die Kambialtemperatur beeinflussen, sind anzuführen:[1])

[1]) Ich folge in dieser Aufzählung, unter einigen Abänderungen und Vervollständigungen im allgemeinen Graham; der die Punkte bei 1: 1, 2, 3, 6, 7, 8 aufzählt.

I. 1. Sonnenausstrahlung
   a) Lichtintensität
   b) Sonnenhöhe
   c) Einfallswinkel.
2. Eigenschaften der Borke bezw. Rinde,
   a) Farbe
   b) Oberfläche
   c) Struktur
   d) Stärke.
3. Lufttemperatur.
4. Niederschlagsverhältnisse
   a) relative Luftfeuchtigkeit
   b) Zahl der Regentage.
5. Bestandesklima
   a) Kronenschluß
   b) Mischungsverhältnis
   c) Exposition
   d) Standort.
6. Luftbewegung.
7. Verdunstung an der Borkenoberfläche.
8. Die Nähe zu anderen ausstrahlenden oder absorbierenden Gegenständen (z. B. Randbäume).

II. Als zweiter Hauptpunkt, der von großer Bedeutung ist, muß noch weiter hinzugefügt werden:

Der Ablauf der chemischen Zersetzung (Abbau) der Stoffe, besonders der Proteine in der Kambialzone.

Dieser Abbau ist seinerseits der Hauptsache nach abhängig:

1. von der Holzart.
2. vom Zeitpunkt der Fällung.
3. von dem Zeitraum der seit der Fällung verstrichen ist.
4. von den unter I angeführten Punkten.

Durch all diese Faktoren wird die Kambialtemperatur, also die Temperatur der für unsere *Tetropium*-Arten ausschlaggebenden, lebenswichtigen Zone, ebenso auch der Nahrungszustand beeinflußt.

Es seien den eigenen Untersuchungen vorerst einige Daten aus dem Schrifttum mit wenigen Werten vorausgeschickt: Von Graham wurde festgestellt, daß bei *Pinus strobus* in direktem Sonnenlicht bei einer Lufttemperatur von 40° C die Kambialtemperatur 60° C erreicht: dies ist aber bereits eine Temperatur, welche die tödliche Grenze für die meisten zwischen Holz und Rinde lebenden Insekten überschreitet. Diese tödliche Temperatur liegt nach Graham bei 48° C. Nach Bachmetjew sterben die Insekten bei Körpertemperaturen von 45—47° C zum Teil schon ab. Das Optimum liegt etwa bei 26° C. Die einzelnen Arten verhalten sich aber diesbezüglich doch verschieden.

Die Erhitzung der Kambialzone ist in den einzelnen Teilen des Stammes je nach seiner Lage zur Sonnenbahn verschieden; z. B. bei O-W-Lage an der der Sonne zugewendeten Seite am höchsten, der abgewendeten geringer und an der dem Boden aufliegenden am geringsten; so entstehen in einem Stamm verschiedene Kambialtemperaturzonen. Die oberste Zone wird durch die Erhitzung am stärksten ausgetrocknet, mit abnehmendem Feuchtigkeitsgehalt — besonders in Trockenperioden und bei geringer Taubildung — wird die Kambialtemperatur hier Mangels der Möglichkeit des Enstehens von Verdunstungskälte besonders hoch steigen.

Stellenweise werden sich in warmen und trockenen Sommern Kambialtemperaturen ergeben, die zum Absterben der *Tetropium*-Brut führen, stellenweise aber, wo sie nicht zu hoch sind, zur Entstehung doppelter Generation Gelegenheit geben. Wie noch gezeigt wird, kann an ein und demselben Stamm ein Teil absterben und neben doppelter auch noch einfache Generation auftreten; da in jedem Stamm ein ganz besonderes Temperaturgefälle, je nach seiner Lage und der Einwirkung der Außenfaktoren entsteht.

Deutlich konnte an den NS gelagerten Lärchen in Abteilung Schwarzerde 31 e die Wirkung der Kambialtemperatur in den einzelnen Temperaturzonen des Stammes und auch weiter unter Einwirkung verschiedener Schlußgrade des Bestandes in den Abteilungen, 37 e, 30 c, 31 e, 31 f, 25 g, 28 i, 36 a, 34 k und 34 l an Fichte und Lärche beobachtet werden.

In Abteilung 31 c waren die von *Tetropium Gabrieli* befallenen Lärchen NS gelagert, und zwar an dem gegen SO exponierten Bestandesrand. Der in Verjüngung begriffene Bestand hat einen Kronenschluß von 0,4—0,5 (Lärche rein). Die von Tetropium befallenen Stämme waren fast den ganzen Tag, mit Ausnahme der späten Nachmittagsstunden, der Sonnenbestrahlung ausgesetzt; stellenweise und zwar am Bestandesrand kam zur Insolation noch die Rückstrahlung der Randbäume hinzu.

Leider standen mir die erforderlichen Temperaturmeßinstrumente für die Ermittlung der Kambialtemperaturen nicht zur Verfügung; so daß ich bezüglich der entstandenen Temperaturgrößen, nur auf Analogieschlüsse angewiesen bin. Im Monat Juli 1923 konnten im direkten Sonnenlicht zur Mittagszeit Temperaturen von 50 und 51° C abgelesen werden. Es kann daher analog der Temperaturdifferenz zwischen Kambialtemperatur und Sonnenlichttemperatur angenommen werden, daß zeitweilig in den oberen Stammteilen sicherlich Kambialtemperaturen von 65° C auftraten, also der tödliche Schwellenwert weit überschritten wurde. In dieser obersten Zone der liegenden Stämme in obiger Abteilung war jegliches Insektenleben abgetötet; wohl waren vereinzelte begonnene *Tetropium*-gänge vorhanden, die darin befindlichen Larven aber waren tot, zum Teil vertrocknet; der Hitze zum Opfer gefallen. Auf diese schwach befallene Todeszone höchster Kambialtemperaturen folgte nun eine Zone, wo deutlich das Bestreben der Larven zu erkennen war, der Schattseite des

Stammes, der gegen Norden und Nordwesten exponierten Seite, sich zuzuwenden. Alle Larvengänge zeigten unzweifelhaft das Bestreben dem der Sonnenbestrahlung abgekehrten Stammteil zuzueilen, also das Fortschreiten des Fraßes von der gefährdeten Zone zur schattigen Zone hin. Die Zone des Nochfortkommens leitet zur Zone des Optimums über. In der Zone des Nochfortkommens entstehen durch zu hohe Kambialtemperaturen schädigende Einwirkungen (auch auf die Nahrung); kleine Larven gehen häufig ein, größere zeigen Wachstumshemmungen, Notverpuppungen treten ein; aus dieser Zone erhält man auch häufig auffallend kleine Imagos, die als Hungerexemplare bezeichnet werden dürfen. Diese Zone geht über in die Zone des Optimums. Den dichtesten Befall hatten die Nordwestseite und die Stammunterseite (die dem Boden aufliegende Stammseite). Durch die größere Beschattung, der geringeren Verdunstung, des Fehlens des direkten Auffallens der Sonnenstrahlen wurden hier — bei der Lagerung in direktem Sonnenlicht und bei dem geringen Kronenschluß des gelichteten Lärchenbestandes — optimale Verhältnisse geschaffen. Hier muß das Temperaturminimum vorgelegen haben, hier kam es zur Entstehung doppelter Generation; d. h. die im Mai abgelegten Eier lieferten unter den geschilderten Verhältnissen an der der Sonne abgekehrten und der dem Boden aufliegenden Stammseite Mitte August-September die fertigen Tiere, die gleich zur Kopula und alsbald zur Eiablage schritten. Die Ergebnisse der Untersuchungen waren bei allen Stämmen in Abteilung 31 e annähernd die gleichen. In nachstehender Tabelle ist eine Übersicht über die Befallsdichte in den einzelnen Stammteilen ersichtlich.

Analyse von 4 von *Tetropium Gabrieli* befallenen Lärchen in Abteilung 31 e. Kronenschluß 0,4. Lärche rein. 110jährig.

| Post | Stammseite | Befalldichte | Zur doppelten Generation schritten | Verblieben für 1929 | Abgestorben | Parasitiert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| | | % | % | % | % | % |
| a) | Oberseite . . . | 5 | — | — | 100 | — |
| b) | NW-Seite . . . | 33 | 62[1]) | 36 | 2 | 70 |
| c) | Unterseite . . . | 52 | 30[2]) | 69 | 1 | 55 |
| d) | SO-Seite . . . | 10 | 10 | 10 | 80 | 16 |

1. In Prozenten des Gesamtbefalles.
2. } In Prozenten der Rubrik 1.
3. }
4. }
5. In Prozenten der Rubrik 4.

Zum Vergleich sei hier eine zweite Tabelle angeführt, die sich aus der Analyse von Stämmen, die unter anderen Bestandesverhältnissen befallen wurden, ergab.

[1]) An manchen Stämmen 100% } je nach der Lage zum Bestandesrand.
[2]) An manchen Stämmen 80 „ }

Analyse von 4 von *Tetropium* befallenen Stämmen (Fichte) in Abteilung 30 c. Kronenschluß durchschnittlich 0,9 (einzelne Hallimaschlöcher). (0,9 Fichte, 0,1 Kiefer und Lärche.) 120jährig.

| Post | Stammseite | Befalldichte | Zur doppelten Generation schritten | Verblieben für 1929 | Abgestorben | Parasitiert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| | | % | % | % | % | % |
| a) | Oberseite . . . . | 49 | 34 | 65 | 1 | 89 |
| b) | NW-Seite . . . . | 12 | 11 | 89 | — | 2 |
| c) | Unterseite . . . | 9 | 1 | 99 | — | 2 |
| d) | SO-Seite . . . . | 29 | 31 | 69 | — | 62 |

Die Prozentsätze beziehen sich auf die gleichen Rubriken wie bei der vorhergehenden Tafel.

Ein Vergleich der beiden Tabellen ergibt deutlich die Abhängigkeit der Befallsdichte der einzelnen Stammseiten vom Bestandesklima und die Reaktion auf dieses.

Die vorliegenden Beobachtungen zeigen, daß unsere *Tetropium*-Arten zu den gegen hohe Kambialtemperaturen sehr empfindlichen Insekten zählen.[1])

Beweis dafür, daß die im August und September geschlüpften Tiere auch im Freiland sogleich zur Fortpflanzung schritten, also zur Begründung einer zweiten Generation, ist neben den Ergebnissen der Zucht auch eine in Abteilung 31 e gemachte Beobachtung, weshalb sie auch an dieser Stelle eingeschaltet wird. Die Untersuchung einer etwa 100 Schritte von den maibefallenen Stämmen entfernt gelegenen Lärche (Windwurf Juli 1928) ergab, daß sich hier im August (Ende) und September Eiablage vollzog; Anfang September waren bereits frische Fraßgänge zu finden (Abb. 1).

Es muß nun festgehalten werden, daß nicht alle Larven selbst eines Stammes August-September den Käfer ergaben, sondern ein Teil überwintert. Es tritt also neben der doppelten Generation, am selben Stamm auch einfache Generation auf. Zur Erklärung können verschiedene Ursachen herangezogen werden.

Erstens erstreckt sich die Legezeit im Frühjahr von April bis Anfang Juni, also auf einen längeren Zeitraum. Diejenigen Larven, welche unter den vorliegenden optimalen Verhältnissen im August und September nicht den Käfer ergaben, können von den spät- und letztgeschlüpften Weibchen (Ende Mai — Anfang Juni) und auch von den letztabgelegten Eiern der schon Mitte Mai geschlüpften Weibchen stammen. Die Eiruhe beträgt rund 15, die Zeit vom Schlüpfen bis zur Eiablage rund 5 Tage; es stehen somit z. B. der Nachkommenschaft der Anfang Juni geschlüpften

[1]) Sehr empfindlich gegen hohe Kambialtemperaturen sind die meisten Bockkäfer, zum Teil manche Borkenkäfer. Hingegen vertragen die Prachtkäfer und ein Teil der Borkenkäfer sehr hohe Kambialtemperaturen.

Weibchen für Larvenleben + Puppenruhe bis Mitte September nur 55 bis 60 Tage zur Verfügung, also zu wenig zur Abwicklung der ganzen Entwicklung.

Als zweite Ursache muß angeführt werden, daß ein Stillstand in der Eiablage im Frühjahr dann eintreten wird, wenn sich Schlechtwetterperioden ergeben. (Mai, siehe Klimagraphiken). Diese lassen sich auch in der Schlüpfkurve wiedererkennen. Es tritt dadurch eine Verschiebung in der Eiablage ein und demgemäß kann ein Teil der Larven, auch bei günstigen Witterungsverhältnissen im Sommer, nicht mehr im gleichen Jahr den Käfern liefern. Es ist dies natürlich auch von dem Zeitpunkt der Schlechtwetterperiode im Frühjahr abhängig.

Neben diesen beiden Ursachen ist aber noch eine dritte zu verzeichnen. Je nach den Bestandesverhältnissen, der Exposition, dem Kronenschluß, also je nach dem Bestandesklima wird in den verschiedenen Waldstrecken eines Wirtschaftsganzen in den einzelnen Stämmen und Stammteilen eine verschiedene Kambialtemperatur auftreten. Demnach werden auch bei optimalen Lufttemperaturen im Freiland und hoher Insolation, Kambialtemperaturen vorhanden sein, die zur Abwicklung einer doppelten Generation nicht mehr hinreichen. Der Vergleich der beiden letztangeführten Tabellen läßt dies und den Einfluß der Bestandesverhältnisse deutlich erkennen. In Abtg. 30 c lagen die Verhältnisse am Stamm selbst ganz anders als in Abtg. 31 e. In 30 c lagen im Januar 1928 geworfene Fichten vor, die von *T. fuscum* befallen waren. Der Bestand, 120jährig, 0,9 Fi, 0,1Lä + Wkie zeigte einen Kronenschluß von 0,9; die befallenen Fichten lagen innerhalb des Bestandes, durch eine Bestandeslücke (Hallimaschloch) kam auf einzelne Stämme die späte Nachmittagssonne. Der Befall zeigte hier ein ganz anderes Bild als in 31 e mit Kronenschluß 0,4. Hier in 30 c, wo die Beschattung sehr groß war, war der dichteste Befall an der Stammoberseite, schwächer an den beiden Seiten und am geringsten an der dem Boden aufliegenden Stammseite. Die NW-Seite war schwach, die SO-Seite stärker befallen. Zur doppelten Generation kam es praktisch nur bei den Tieren der Ober- und der SO-Seite; sonst wog die einfache Generation vor. Die beiden Waldstrecken sind etwa 600—700 Meter voneinander entfernt, eben, und in gleicher Höhenlage. Wir ersehen, daß die Verteilung des Befalles, die Befallsstärke der einzelnen Stammteile, und die Stammseite, die das Optimum bietet (wo eine doppelte Generation zustandekommen kann), abhängig ist vom Bestandesklima, das bei verschiedenen Kronenschlußgraden, verschiedener Holzartenmischung, verschiedener Exposition und verschiedener Bodenbeschaffenheit auch stets ein anderes ist. — Zum Beweis für die Bedeutung des Bestandesklimas sei noch ein Beispiel angeführt. In Abtg. 23, Waldteil Buchenschlucht, waren einige stehende, hallimaschkranke Fichten von *T. fuscum* befallen. Hier ergaben manche Stämme die Tiere im August—September, in manchen jedoch blieb es bei einfacher Generation! Es soll nun den Ursachen

nachgegangen werden. Der ganze Bestand setzt sich aus einzelnen Fichtenhorsten in Mischung mit Weißkiefer, Eiche, vereinzelt auch Ahorn und Rotbuche zusammen. (0,3 Fi, 0,3 Wkie, 0,3 Ei, 0,1 Aho + Rbu.) In diesem Fall handelte es sich um einen größeren Fichtenhorst mit wechselndem Kronenschluß Der Befall war am oberen Hangteil der Schlucht an der NW-Seite der Stämme am stärksten: von unten nach oben an Dichte abnehmend. Die NW-Seite der Stämme des oberen Hangteiles wurde befallen, weil diese Stämme noch nicht im Schattenbereich der Gegenlehne standen und der Bestand hier auch recht räumdig war. Hier im oberen Hangteil (Hang exponiert gegen OSO) kam es teilweise zu doppelter Generation. Anders in den Stämmen nahe der Sohle der Schlucht, wo der Schlußgrad 0.9 war. Hier war die Generation eine einfache, die Befallsdichte überhaupt etwas geringer. Eine Bevorzugung einer besonderen Stammseite hatte hier — es handelte sich um stehende Fichten — nicht platzgegriffen. Die Ursache, daß es hier nur zu einfacher Generation kam, liegt in dem vollen Schatten; die Besonnung kommt nur den Baumgipfeln zu Gute und währt nur kurze Zeit des Tages. Die Lufttemperatur ist hier stets merklich geringer als in den auf der Ebene liegenden Beständen gleicher Beschaffenheit; nach der Schneeschmelze sind hier noch die letzten Schnee- und Eisreste, wenn in anderen Revierteilen schon die ersten Frühlingsblumen blühen; in den heißen Sommertagen wird diese kühle Schlucht vom Rehwild ganz besonders bevorzugt. Durch die Lage ist hier ein kühles Bestandesklima geschaffen; die Kambialtemperaturen waren hier bedeutend geringere als in den anderen Abteilungen. Die Entfernung der Abtg. 30 c von 23 beträgt etwa 800 m.

Der Umstand, daß es sich um stehende Fichten gehandelt hat, kann nicht dafür verantwortlich gemacht werden, daß die Kambialtemperatur unter dem zur doppelten Generation nötigen Optimum verblieb, da in den gleichfalls stehenden Fichten im oberen Hangteil doch zum Teil doppelte Generation zu Stande kam. Allerdings dürfte der, wenn auch durch den Hallimaschbefall gehemmte, und durch die physiologisch schädliche Tätigkeit der *Tetropium*-Larven unterbrochene Saftstrom eine Herabminderung der Kambialtemperatur unter den tödlichen Schwellenwert herbeiführen, da in stehenden tetropiumbefallenen Stämmen, auch wenn sie in voller Sonne standen, keine Todeszone festzustellen war (doch kommt es in solchen Stämmen bei entsprechenden Klimaverhältnissen zu doppelter Generation).

Auch im Revier Maissau (NÖ) kam es in den durchwegs stehenden, hallimaschkranken Fichten zu doppelter Generation. Hier handelte es sich unter anderm z. B. um die Abtg. Bauerngraben: IV. Altersklasse: 0,5 Weißkiefer, 0,3 Eiche, 0,2 Fichte: etwas räumdig (176 fm am Hektar!). Kronenschluß sehr gelockert, teilweise unterbrochen. Hier waren die Nordseiten der Stämme am schwächsten befallen. Die Ursache liegt in der Lage, da der im Terrain eingeschnittene Bauerngraben von NO nach SW streicht.

Zu bemerken wäre, daß im Revier Manhartsberg, das schon etwas höhere Niederschläge hat und wo sich die Klimaverhältnisse einer alleinstehenden vorgeschobenen Erhebung zum Teil bemerkbar machen, dicht geschlossene, wenn auch hallimaschkranke Bestandesstellen weniger angegangen wurden als lichter gestellte Bestände. Wo hier kranke Fichten auf Naßgallen stockten und dicht geschlossen waren, fand sich nur Polygraphus poligraphus allein. Auf den schweren Böden der dichteren Bestände im Revier Manhartsberg war die Generation eine einfache! *Tetropium* trat hier in beiden Revieren auch in Hölzern der II. und III. Alterklasse auf.

Aus allen diesen Tatsachen und Überlegungen ergibt sich die Generationsfrage, aber auch die Befallsdichte als eine Funktion der durch das Bestandesklima beeinflußten Kambialtemperatur. Bei der Verschiedenheit des Bestandesklimas im selben Wirtschaftsganzen, ist es natürlich, daß die Kambialtemperaturen unter verschiedenen Bestandesverhältnissen auch sehr verschiedenartig sein müssen. Es ist daher erklärlich, daß am selben Ort, im gleichen Jahr unter dem Zwang dieser Verhältnisse sowohl doppelte, wie einfache Generation zu Stande kommen.

Der Befall überhaupt, die Befalldichte wie auch die Entwicklungsgeschwindigkeit werden von dem Bestandesklima, der Bestandesverfassung, der Lage usw. beeinflußt. Die Entwicklungsgeschwindigkeit wird mit zunehmender Beschattung (abnehmender Temperatur), also mit zunehmendem Kronenschluß im allgemeinen vermindert; denn der Wald mäßigt die Temperaturextreme mit zunehmendem Schlußgrad, somit auch die Kambialtemperaturen. Einerseits werden wohl die Todeszonen höchster Kambialtemperaturen ausgeschaltet, andererseits aber auch die Entwicklungsmöglichkeit doppelter Generationen, wenn auch nicht immer ganz ausgeschaltet, so doch herabgemindert und zahlenmäßig beschränkt.

Eine besondere Rolle spielt, wie gezeigt wurde, das Licht im Wald für die Entwicklung der *Tetropium*-Arten. Im Wald wird ein Teil der wirksamen Strahlen durch das Kronendach zurückgehalten. Da bezüglich des Maximums der Absorption im Spektrum bei den verschiedenen Holzarten die Forschungsergebnisse auseinandergehen, soll hier auf diesen Punkt nicht näher eingegangen werden. Einen Fingerzeig geben vielleicht die relativen Lichtgenußminima einiger Standortspflanzen: Oxalis $^1/_{70}$, Heidelbeere $^1/_{50}$ und Heide $^1/_{10}$ (Rubner). So ist z. B. *Tetropium* in Mitteleuropa häufiger in *Oxalis*-Beständen, seltener auf geringeren Bodenverhältnissen, in Finnland aber am häufigsten z. B. auf Bruchmoor; hier steigt also die Häufigkeit mit abnehmender Bodengüte im allgemeinen.

Mit dem Grad der Beschattung nimmt natürlich die Strahlungswärme ab, der Windschutz aber zu, es entsteht das „ruhige neutrale Wärmegleichgewicht" Schuberts, das geringere Reizwirkung und geringere Verdunstung verursacht als das „aktive Wärmeklima" im Freien oder an Bestandesrändern; und in diesem Sinn wird auf die Kambialtemperaturen eingewirkt. In der Nacht sinken durch die Ausstrahlung von Wärme

durch den Waldboden die Minima nicht so tief als im Freiland. Die entscheidenden Kambialtemperaturen sind also vollkommen vom Großklima und der Bestandesverfassung usw. abhängig. Die Temperaturschwankungen sind z. B. im Mittel in der Waldstation, Fichtenbestand, geringer als in der Feldstation: im Mai um 3,2°, Juni 3,7°, Juli 4,11°, August 4,26° C (nach Rubner). Bei den Lichtholzarten werden die Unterschiede natürlich geringer. Am Bestandesrand sind die Temperaturschwankungen größer, hier wird ein aktives Wärmeklima entstehen, das wie vorne bewiesen wurde, besonders auf das Insektenleben einwirkt (Abtg. 31 e!). Da der Wald ein neutrales Wärmeklima mit geringerer Reizwirkung (keine Todeszonen im geschlossenen Bestand) erzeugt als es am Bestandesrand, im räumdigen Bestand oder im Freiland mit ihrem aktiven Wärmeklima der Fall ist, so ist es auch erklärlich, daß *Tetropium* gerade in Trockengebieten bessere Standorte, wo der Kronenschluß dichter ist (*Oxalis*), bevorzugt; in Finnland aber mit einem Juli-Mittel von nur 16° C (das auch nur für Südfinnland gilt), die räumdigen Bestände der Bruch- und Reisermoore vorgezogen werden.

Die Waldluft ist stets feuchter mit zunehmendem Schlußgrad (z. B. im Fichtenbestand um 5,4 % mehr als im Freiland), auch dies bewirkt, daß *Tetropium* sich in Trockengebieten oft etwas anders verhalten wird, als in Gebieten hoher Niederschläge. (Die relative Feuchtigkeit ist im Wald von März—August um 10 % höher als im Freien; nach Ebermayer, für Bayern.)

Es wäre nun anzunehmen, daß in den regenreichen Hochlagen *Tetropium* mehr an die Bestandesränder wandern oder räumdige Bestände vorziehen muß; dies stimmt aber nur bedingt; mit der vertikalen Erhebung steigern sich die Temperaturunterschiede zwischen Wald und Feld aber es wird mit zunehmender Höhe die Wirkung der Insolation eine stärkere. Weiter ist auch zu bedenken, daß der geschlossene Bestand in den Hochlagen nicht mit dem der Ebene in bezug auf die Wirkung des Kronenschlusses zu vergleichen ist, da neben der geringen Bestockungsdichte, die Lichtwirkung im Bestand selbst durch größeren Genuß an Vorderlicht[1]) steigt. Dadurch wird schon ein Ausgleich und eine Angleichung bezüglich der für *Tetropium* geeigneten Verhältnisse geschaffen. Deshalb auch das bereits erwähnte etwas abweichende Verhalten unter nördlichen Breitengraden mit ihrer geringeren Insolation.

Noch ein Umstand muß kurz erwähnt werden, die besonderen Niederschlagsverhältnisse im Wald, die von der Holzart abhängig sind. Insbesondere werden von den Fichtenkronen schwache Niederschläge (unter 5 mm) ganz zurückgehalten; wodurch wieder die Verdunstungskälte an der Rinde selbst herabgemindert wird. Im Hochgebirge spielt wieder der

[1]) Die Größe des Vorderlichtes ist natürlich wieder nach der Exposition verschieden, z. B. für Wien N : S : O : W = 1,00 : 3,30 : 2,32 : 2,25.

Nebel und die Kondensation an Stamm, Ästen und Zweigen eine Rolle, die im abkühlenden Sinn wirkt, also eine Hemmung der Entwicklungsgeschwindigkeit bedeutet.

Von all diesen Umständen, die nur kurz gestreift werden konnten, wird in den verschiedenen Gebieten *Tetropium* und sein Entwicklungsgang beeinflußt werden. Es ist eine ganze Summe von Teilkräften, die bestimmend und richtunggebend einwirken.

Jede Insektenart bevorzugt und benötigt einen bestimmten Zustand dieser Teilkräfte, eine ganz bestimmte Summenwirkung, wird sich daher in klimatisch gesonderten Gebieten auch abweichend verhalten. Die Schädlichkeit von *Tetropium* steigert sich daher auch in den Trockengebieten, wo die Generation doppelt werden kann — also außerhalb des natürlichen Vorkommens der Brutholzarten Fichte und Lärche![1])

Bezüglich unserer beiden Schädlinge *T. Gabrieli* und *T. fuscum* muß festgehalten werden, daß der erstere in den untersuchten Gebieten einen geringeren Schattengrad verträgt, als der letztere. Im allgemeinen ergibt sich praktisch, daß der Schadensgrad d. h. die Gefährlichkeit von *Tetropium* mit zunehmendem Schattengrad abnimmt, da damit auch die Entwicklungsgeschwindigkeit — das Zustandekommen einer doppelten Generation — herabgemindert wird.[2]) Die sich aus all diesen Feststellungen ergebenden praktischen, wirtschaftlichen Erwägungen finden in einem späteren Abschnitt Besprechung. Im allgemeinen sind unsere Schädlinge an einen bestimmten Bestandescharakter ± gebunden, die einzelnen Ursachen fanden bereits Behandlung. Nun noch einige Worte über die sich daraus ergebenden Beziehungen unserer beiden Schädlinge zu den Waldtypen, soweit in Mitteleuropa diese Bezeichnung gebraucht werden kann. Im allgemeinen fand sich *Tetropium* in den untersuchten Gebieten am häufigsten in Beständen mit Oxalis und Maiglöckchen, je ärmer der Boden wurde, desto seltener wurde er im allgemeinen. — Die Lage aber kann, besonders außerhalb des natürlichen Vorkommens der Holzart, Verschiebungen bedingen! Ähnlich verhält sich *Polygraphus poligraphus*. Ein umgekehrtes Verhalten konnte bei *Acanthocinus aedilis* festgestellt werden, auf Calluna, Myrtillus häufig, wird er mit zunehmender Bodengüte seltener. Es ergibt sich hieraus, das die Schädlingsfolge auch in einen Zusammenhang mit der Standortsgüte gebracht werden kann (die ihrerseits, natürlich indirekt, auch das Bestandesklima beeinflußt). Es wäre daher möglich, für bestimmte Bestandestypen ähnlich den Leitpflanzen für begrenzte Gebiete auch Leitinsekten nach Häufigkeit und Vorkommen überhaupt festzulegen. Eine Aufgabe, der gerecht zu werden, nur durch Zusammenarbeit von

[1]) Hier mag erwähnt werden, daß z. B. Ips cembrae Heer dort primar wird, dort zu doppelter Generation schreitet, wo er hohe Wärmesummen findet, außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Lärche!

[2]) Bei *I. cembrae* steigt z. B. die Schädlichkeit mit dem Lichtgrad; bei *P. poligraphus* wird sie geringer.

Waldstationen in verschiedenen Klimagebieten möglich wäre. Oxalis, Maiglöckchen und zum Teil auch *Myrtillus*-Typen werden von Insekten mit niedrigen tödlichen Kambialtemperaturen, *Calluna*, *Vaccinium vitis ideae*, zum Teil auch *Myrtillus* von solchen mit höheren tödlichen Kambialtemperaturen bevorzugt werden. Selbstverständlich würden sich in Grenzgebieten Verschiebungen ergeben. Solche Verschiebungen ergeben sich für *Tetropium*, wie bereits erwähnt, in Finnland. Die Arbeit U. Saalas läßt erkennen, daß die Borkenkäferfauna Finnlands je nach dem Waldtyp bedeutend wechselt. (Ähnliche Ergebnisse hat man nach Cajander auch für die Vogelfauna gefunden)[1]) U. Saalas hat bei seinen Linienaufnahmen neben den Borkenkäfern auch die anderen auftretenden Coleopteren berücksichtigt. So ergibt sich für Finnland der größte Hundertsatz *Tetropium* befallener Stämme mit der größten Befalldichte für Bruchmoor, der geringste für Oxalis-Myrtillustypus; was mit den vorstehenden Überlegungen vollkommen in Einklang steht; da die Bruchmoorwälder jedenfalls verlichtet sind.

## Die Bedeutung des Kambialchemismus.

An die bei der Generationsfrage behandelte Bedeutung der Kambialtemperaturen sollen noch einige Betrachtungen angefügt werden, die mit den Verhältnissen der Kambialzone und ihren Auswirkungen in Zusammenhang stehen.

Jede Insektenart befällt ihren Brutbaum zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt. Unsere *Tetropium*-Arten befallen ihre Brutbäume als erste Bewohner der Kambialzone, zumindest in den unteren Stammpartien; in den oberen Stammteilen ist es im stehenden *Polygraphus poligraphus*. Dem menschlichen Auge ist das Kränkeln der Fichte oft kaum kenntlich, der Hallimaschbefall noch auf die Wurzeln allein beschränkt, und schon erfolgt die Eiablage der *Tetropium*-Arten am stehenden grünen Stamm. Jede Holzart wird in ganz bestimmter Befallsfolge von ihren Schadinsekten, die den Stamm als Brutgelegenheit benutzen, angegangen. Diese Befallsfolge ist — wenn wir hier nur die Kambialzone betrachten — eine Funktion des jeweiligen chemischen Zersetzungs- bezw. Abbauzustandes der Kambialzone. Ausnahmen ergeben sich z. B. bei *Ips typographus* L. oder *I. cembrae*, wenn diese bei Übervermehrung infolge Mangels an kränkelndem (bezw. liegenden) Brutmateriale primär werden. Jede Insektenart befällt nun unter normalen Verhältnissen ihre Holzart in einem ganz bestimmten Zeitpunkt der chemischen Zersetzung der Kambialzone, in dem Zeitpunkt, der für die Brut die besten Ernährungs- und sonstigen

[1]) Auch Pilzvorkommen wechselt mit dem Waldtypus, so ist z. B. der Pilz *Phacidium infestans* Karst. in Kiefernjugenden auf Brandflächen, Heidelbeere am häufigsten, auf Flechtentypus am seltensten; was mit der Feuchtigkeit zusammenhängen mag (Aaltonen).

Existenzbedingungen bietet.[1]) Dieser Zeitpunkt steht in engem Zusammenhang mit den biologischen Eigenheiten, so der Entwicklungsgeschwindigkeit der *Tetropium*-Arten. Der chemische Abbau muß ein ganz bestimmtes Stadium erreicht haben, wenn die Eiablage unserer *Tetropium*-Arten erfolgt, oder z. B. das Einbohren der Ipiden, es ist dies der Zeitpunkt des „fängisch"werdens der kranken Bäume bezw. der Fangbäume; der Zeitpunkt der Eignung zur Entwicklung der Brut.

Es muß und kann mit Recht angenommen werden, daß in jedem einzelnen Zeitabschnitt des Zerfalles, beginnend vom ersten Tag der Fällung bezw. von einem bestimmten Erkrankungszustand, die ständige Zerfallsfolge der Stoffe der Kambialzone eine sich entsprechend ständig ändernde, für jeden Zeitabschnitt typische, Geruchsfolge (Exhalation) bedingt. So konnte ich in den Exhalationen der im Zerfall — bei *Typographus*-Befall — befindlichen Fichtenkambialzonen sehr viel Ammoniak nachweisen. Die einzelnen Abschnitte der Ammoniakgärung scheinen bei der Anlockung eine wesentliche Rolle zu spielen.

Wie bereits erwähnt, findet jede Art zu einem ganz bestimmten Zerfallszeitpunkt die besten Entwicklungsbedingungen. Am Beginn dieses Zeitpunktes, dem ein typischer Geruch entsprechen wird, findet, geleitet von dem hochentwickelten Geruchssinn der Insekten, die zum Teil Geruchsspezialisten sind, der Anflug bezw. die Eiablage statt.[2])

Die *Tetropium*-Arten gehören zu den ersten Bewohnern der Kambialzone; schon am Beginn des Abbaues der Stoffe der Kambialzone erfolgt der Befall, die Eiablage; da das Larvenleben dieser Böcke sich großenteils in der Kambialzone abwickelt und unter Umständen lang währen muß, muß der Zeitpunkt des Befalles, im Verhältnis zum Fortschreiten des Zerfalles der Kambialzone, ein früherer sein, da sonst nicht mehr die optimalen bezw. günstigen Entwicklungsbedingungen (Nahrung) vorliegen würden. Daraus erklärt sich auch das Verhalten gegenüber dem Bestandesklima. Da der Chemismus der Kambialzone auch von der Temperatur beeinflußt wird, erfolgt dem Geruch nach bereits beim Befall die

[1]) Auch bei der menschlichen und tierischen Leiche, wie bei der Baumleiche, bedingt die Zersetzungsfolge eine Folge verschiedener Bewohner. Bei der menschlichen und tierischen Leiche ist sie nach Francé etwa folgende: als erste stellen sich Nematoden ein, dann Fliegen (*Musca domestica*, *Cyrtoneura stabulans*, *Calliphora vomitoria*), *Anthomyia*-Arten, dann *Lucilia* und *Sarcophaga*, von Käfern *Rhizophagus* und *Philontus ebeninus*. Mit der Buttersäuregärung des Fettes treten auf *Dermestes lardarius* und *Aglossa*-Raupen (Käfer und Motten). Mit der Käsegärung der Eiweißstoffe die Fliege *Pyophila cases*, *P. petasianus*, *Anthomyia*-Arten, Käfer (*Necrobia*). Mit der ammoniakalischen Gärung kommen *Phora*-Arten, dann *Necrophorus*, *Silpha*, *Hister*. Der letzten flüssigen Reste bemächtigen sich Milben (*Gamasiden*, *Sarcoptiden*, *Tyroglyphus siro*). Am trockenen Leichenresten leben *Anthrenus museorum* und die Pelzmotte (*Tinea pellionella*, *T. biselliella*). Die allerletzten Käfer sind *Tenebrio obscurus* und *Ptinus brunneus* (Francé).

[2]) Auch bei Parasiten spielt die Duftwirkung eine bedeutende Rolle. Für *Habrobracon* hat Hase nachgewiesen, daß der Stechakt durch Duftwirkungen die vom Wirtstier ausgehen, ausgelöst wird.

typische Auslese der Stämme und Stammteile für die Ablage der Eier, wie sie (entsprechend der Befallsdichte) für unsere beiden Bockkäfer bereits besprochen worden ist. Die spezifische Auswahl konnte auch in Abteilung 31 e gut beobachtet werden, wo *Tetropium* die N-, NW- und Unterseite, *Ips cembrae* Heer die Oberseite der Stämme inne hatte. (*Ips cembrae* bevorzugte stets Südränder.)

Die reaktionsauslösende Ursache ist die Duftwirkung des Kambialchemismus, die klimatischen Verhältnisse sind die beeinflussenden Momente, die ihrerseits allerdings zum Hauptmoment werden. Unter verschiedenen Temperaturverhältnissen usf. wird der für unsere beiden Arten geeignete Zeitpunkt des Zerfalles zeitlich verschieden eintreten, d. h. der Abbau, die chemischen Reaktionen in der Kambialzone, werden zeitlich von der Temperatur beeinflußt. Somit wird unter verschiedenem Bestandesklima usf. der Zerfall zeitlich verschieden ablaufen, die Duftwirkung und in weiterer Folge der Anflug und die Eiablage zeitlich verschieden eintreten. So kann von zwei gleichzeitig gefällten Stämmen, von denen der eine in einem Bestand mit Kronenschluß 0,4 liegt, der andere in einem solchen mit 0,9, der erstere früher fängisch und befallen werden als der letztere.

Die Wirkung auf den Käfer kann folgend dargelegt werden. Im Weibchen wird nach der Begattung durch den physiologischen Vorgang der Reifung der Eier ein Reiz ausgelöst der seinerseits den Trieb, die Eier abzulegen, bedingt. Das Weibchen begegnet auf einer dem Trieb entsprechenden Suche, dem geeigneten Geruch, den es als zur Eiablage geeignet wiedererkennt (Geruchsspezialisation) und begibt sich nun instinktiv bezw. reflektiv an diesen Stamm.

Der „Zufall" der Eiablage an anderer als der angestammten Holzart darf auch damit erklärt werden. Unter vielen in einem z. B. ungeeigneten Zersetzungszustand befindlichen Stämmen der angestammten Holzart, die daher ungeeigneten Geruch besitzen, den das Weibchen als Geruchsspezialist kaum aufnehmen dürfte, ist ein Stamm einer anderen Holzart, der sich in einem Zerfallszustand befindet, dessen Geruch dem Geruch der Stammholzart „geeignet" sehr nahe kommt, der das Wiedererkennen auslöst und zur Instinkthandlung, der Eiablage an dieser Holzart führt.[1])

Hiermit kann auch der Befall ganz bestimmter Stämme und das Freibleiben dicht daneben liegender Stämme, wie es häufig zu beobachten ist, Erklärung finden.

Die nähere Erfassung der Ursachen und weitere Behandlung dieses Themas, soll zu einem späteren Zeitpunkt versucht werden. Jedenfalls dürfte es sich im Zeitpunkt der Ammoniakalischen Gärung bei den anlockenden Duftwirkungen — wenigstens bis zum Zeitpunkt der völligen

[1]) So fand ich 1928 *Ips acuminatus* trotz zahlreich vorhandener liegender Kiefern, in einer Waldstrecke nur an Fichte. Auch das Fraßbild wies einige Abweichungen auf. Hierüber soll a. a. O. berichtet werden.

Vertrocknung der Kambialzone — vorzüglich um Abbau der Proteine handeln. Die anlockenden Gerüche dürften Geruchsgemische mit jeweils typischen Aminen als Leitgeruch sein.

Es ist somit auch erklärlich, daß bereits bei der Ablage der Eier die Zonen höchster Temperaturen, (siehe die vorn angeführten Tabellen) also Zonen weiter fortgeschrittenen Kambialzerfalles, von der Eiablage in der Regel ausgenommen, oder nur sehr spärlich bedacht werden; insbesondere von Tieren, deren Larven einen ± längeren Entwicklungszeitraum benötigen, wie eben unsere *Tetropium*-Arten. Im Stamm selbst tritt, je nach Lage und Rindenbeschaffenheit usf., mit dem Temperaturgefälle, ein Zerfallsgefälle und ein Geruchsgefälle, dem auch ein Nahrungsgefälle entspricht, in der Längs- wie in der Umfangrichtung auf; dementsprechend erfolgt die Befalldichte durch *Tetropium* und der Befall durch verschiedene Arten von Schädlingen.

Das bei den *Tetropium*-Arten beobachtete und vorn geschilderte Verhalten bei der Eiablage, spricht für eine genaue Prüfung des Nahgeruches; besonders die heftige Bewegung der Fühler, die erst beim Legeakt zu relativer Ruhe kommen.

Vielen Insekten entspricht nur der Kambialzustand einer bestimmten Holzart. So ist *T. Gabrieli* auf die Lärche, *T. fuscum* auf die Fichte spezialisiert.

Zum Schlusse dieses Abschnittes möge noch die Frage des Wiedererkennens des zur Ablage der Eier geeigneten Geruchs der Kambialzone erörtert werden. Es darf angenommen werden, daß die in dem Larvenleben, vielleicht auch in den Vorfahren durchlebten Geruchsstoffe, insofern sie sich auf die Duftstoffe der Nahrungs- und Entwicklungsquelle beziehen bei den Insekten bedeutend mehr ins Oberbewußtsein treten als bei anderen Lebewesen.[1]) Folgender Versuch mag als Beweis angeführt werden. Im August 1928 wurden eben aus Lärchen geschlüpften *T. Gabrieli* Käfern in einem Zuchtgefäß gleichalte Lärchen und Fichtenstücke vorgelegt. Bei der alsbald einsetzenden Eiablage wurden die Eier nur an den Lärchenstücken (an den Fichtenstücken fand sich ein Ei) abgelegt. Für die obige Annahme spricht auch der Satz Hopkins „.... species which breeds in two or more hosts will prefer to continue to breed in the host to which it has become adapted"; sie bestätigt auch der Satz Craigheads: „In allen Fällen bevorzugen praktisch die Imagos diejenige Holzart, in welcher sie die Larvenentwicklung durchgemacht haben, sofern sie nicht durch ungünstigen Saftzustand oder andere äußere Faktoren abgehalten wurden." Ein Versuch in gleicher Weise mit *T. Gabrieli* aus Fichte ergab etwa $^2/_3$ der Eier an Fichte, $^1/_3$ an Lärche abgelegt.

Im allgemeinen aber ist in den untersuchten Gebieten *Gabrieli* typisch für Lärche, *fuscum* typisch für Fichte!

[1]) Auch beim Menschen wird ja von manchen Seiten eine gewisse Wiedererinnerungsmöglichkeit angenommen, die aber durch die Art und Form des menschlichen Lebens bedingt, stark in die Tiefen des Unterbewußtseins zurückgedrängt ist.

## 9. Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden Tetropiumarten.

Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden *Tetropium*-Arten kann, insbesondere in Ansehung ihrer physiologischen Schädlichkeit nur im Zusammenhang mit den standörtlichen Ansprüchen der von ihnen befallenen Holzarten besprochen werden, und zwar deshalb, weil alle jene Umstände, welche die Fichte oder die Lärche beeinträchtigen und zu Erkrankungen dieser Holzarten führen, dadurch die Disposition für den Befall durch die beiden *Tetropium*-Arten schaffen. Der Umstand, daß *Tetropium* stehende, durch andere Ursachen kränkelnde Stämme noch im Grünen mit besonderer Vorliebe befällt, stempelt ihn, abgesehen von seiner technischen Schädlichkeit zu einem unserer physiologisch schädlichsten Cerambyciden. Es soll daher vorerst auch die physiologische Schädlichkeit einer näheren Betrachtung unterworfen werden; hierbei müssen die beiden Arten naturgemäß eine gesonderte Besprechung erfahren.

*Tetropium Gabrieli* ist besonders dort häufig, wo sich die Lärche außerhalb ihres natürlichen Vorkommens vorfindet, hingegen scheint er in den Alpen seltener zu sein.

Während für die Fichte zahlreiche primäre Ursachen vorzüglich standörtlicher und damit auch mykologischer Natur für die Disposition zum Befall durch *Tetropium* in den untersuchten Gebieten namhaft gemacht werden können, konnten bei der Lärche in den vorliegenden Fällen wohl Ursachen des Standortes nicht aber pilzlicher Natur festgestellt werden, die die Disposition für den Befall schufen. Im allgemeinen hatte die Lärche weniger durch *T. Gabrieli* zu leiden, als die Fichte unter *T. fuscum*. Für Slavietic kann dies damit begründet werden, daß nur vereinzelte Lärchen (auch in der Trockenperiode) kümmerten, was bei der hier keinesfalls heimischen Lärche damit erklärt werden kann, daß das relativ hohe Grundwasser in Trockenperioden noch der Lärche, aber nicht mehr der flachwurzelnden Fichte zu Gute kommt. (In Slavetic beträgt die jährliche Regenmenge 500 mm, in der Heimat der Lärche 700—1000 mm.) Die vereinzelten kränkelnden Lärchen stockten auf Geröll und Geschiebeschichten. Daß hier der Lärchenkrebs, der sonst die Vorbedingung für den *Tetropium*-Befall bilden dürfte, nicht auftritt, ist auf die enge und dichte Jahrringbildung des Lärchenholzes zurückzuführen, wie auch auf den Mangel an feuchter stagnierender Luft.[1]) Im vorderen Wienerwald, wo die Lärche schwammiges, weitringiges Holz bildet, spielt der Lärchenkrebs eine sehr große Rolle. Auch in Schlesien ist er vorzüglich dort aufgetreten, wo die Lärche künstlich auf ungeeignetem Standort eingebracht wurde. — Als Beweis für die Nichtursprünglichkeit der Lärche im südlichen Mähren kann eben das häufigere Auftreten

[1]) Disposition für den Lärchenkrebs *Dasyscypha Willkommi* R. Hartig ist: feuchte stagnierende Luft, milde Witterung während der Vegetationsperiode, Hemmung der Transpiration der Lärche, Mangel an Luftbewegung.

des *T. Gabrieli* angeführt werden, wie auch das anderer Schadinsekten, die in der Heimat der Lärche eine untergeordnete Rolle spielen, hier aber an Bedeutung gewinnen. So bildet *Ips cembrae* Heer. hier doppelte Generation und wird primär; bezeichnend ist, daß sich das Auftreten dieses Schädlings vorzüglich auf Südrändern auswirkt; während er an Nordexpositionen wo sich die Lärche wohler fühlt, seltener wird. *Argyresthia laevigatella*, die in den Alpen eine untergeordnete Rolle spielt, tritt hier auch an Lärchen der letzten Altersklasse auf und zwar so stark, daß der äußere Kronenmantel durch den dichten Befall gelb erschien, da die Triebspitzen abgestorben waren. Auch die Lärchenminiermotte und *Perrisia Kellneri* sind hier und in Maissau häufig. Auch ist mir bekannt, daß das Saatgut seinerzeit von Tirol bezogen wurde. Diese Daten sollten nur zum Beweis dafür, daß die Lärche hier nie heimisch war, vorausgeschickt werden.

Der Befall der Lärche durch *Tetropium* ist im Schrifttum vorzüglich aus Gegenden außerhalb ihres natürlichen Vorkommens gemeldet. Im Schrifttum liegen jedoch auch Berichte vor, nach denen *Tetropium* stehende „gesunde" Lärchen befallen habe und zwar handelte es sich um die Spielform *fulcratum* Fabr., diese hatte 1884/85 im Spessart 30 bis 40jährige „gesunde" Lärchen von oben bis unten befallen und getötet. (Heß-Beck.) Es sei erlaubt, an der Mitteilung „gesund" zu zweifeln. Bei allen meinen Beobachtungen war es durchweg kränkelndes Lärchenmaterial, das befallen wurde, allerdings in einem Stadium, in dem es äußerlich noch „gesund" aussah, bei genauer Untersuchung konnte aber stets festgestellt werden, daß diese Stämme auf Schotterschichten unter Feuchtigkeitsmangel zu leiden hatten oder größere äußere Verletzungen aufwiesen oder durch starken Befall von *Coleophora laricella* und *Argyresthia laevigatella* gelitten hatten.

In dem Untersuchungsgebiet waren es auch standörtliche Verhältnisse, welche die Disposition für den Befall durch *T. Gabrieli* geschaffen hatten. Auf Schotterschichten stockende Lärchen, wo in Trockenjahren das Grundwasser kaum mehr für die Versorgung in Frage kam, begannen zu kränkeln, äußerlich kaum noch kenntlich, doch mußte sich der Kambialzustand bereits geändert haben. — Da setzte nun die physiologische Schädlichkeit von *Tetropium* ein. Manche trockniskranke Lärche könnte noch einige Jahre Zuwachs leisten, wird aber durch *T. Gabrieli* zum Absterben gebracht. — Ist wenig geeignetes stehendes Material vorhanden, so wird das liegende befallen; Windwürfe wurden bevorzugt.

Hieraus erhellt, daß die physiologische Schädlichkeit mit der Entfernung der Lärche von ihrer standörtlichen Heimat steigt, da die Tiere mehr geeignetes Material vorfinden, aber auch optimale Entwicklungsbedingungen! Das künstliche Anbaugebiet der Lärche ist demnach in dre Regel durch den Lärchenkrebs und durch besonderes Verhalten von

*T. Gabrieli*, *Ips cembrae*, *A. laevigatella*, vermehrte Häufigkeit von *Coleophora laricella* und *Perrisia Kelineri* gekennzeichnet, — eine Kette, in der sich naturgemäß ein Glied in das andere fügt, da beobachtet wurde, daß besonders durch die beiden Motten noch weiter geschwächte Lärchen von *T. Gabrieli* angegangen wurden!

*Tetropium fuscum* spielt rücksichtlich seines physiologischen Schadens an der Fichte eine bedeutende Rolle. — Bei der Fichte sind es verschiedene Ursachen, welche die Disposition für den *Tetropium*-Befall herbeiführen, alle jedoch haben die Ursache ihres eigenen Zustandekommens im Mangel irgend eines oder mehrerer standörtlicher Hauptfaktoren begründet. Aus diesem Grunde müssen noch einige kurze Betrachtungen über das für die Fichte keineswegs als geeignet zu bezeichnende Klima der Untersuchungsgebiete vorausgeschickt werden. In Slavetic schwanken die Grenzen, in der sich die Jahresmengen des Niederschlages bewegen, etwa zwischen 123 % und 75 % (!) des zwanzigjährigen Mittels von 522 mm. Es liegt am Nordrand des regenärmsten Gebietes von Mähren, wo die regenarme Zone des niederösterreichischen Viertels unter dem Manhartsberg nach Mähren übergreift, die Hann in seiner Klimatographie von Niederösterreich „vielleicht das trockenste Gebiet Österreich-Ungarns" nennt. Das Fortkommen der Fichte wird durch hohes Grundwasser ermöglicht, das aber in Trockenjahren der flachwurzelnden Fichte nicht mehr zuzukommen scheint! Maissau, das eine regenarme Insel von 500 mm in dem Gebiet von 600 mm Niederschlag bildet, hat die gleichen Verhältnisse, nur niedrigeren Grundwasserstand.

Wie bereits aus diesen Klimazahlen ersichtlich ist, befindet sich die Fichte in beiden Gebieten außerhalb ihres natürlichen Vorkommens; in Gebieten, wo Trockenperioden eine große Rolle spielen. Daß gerade Trockenperioden für die Fichte verderblich wirken, ist bekannt. So hat Wiedemann nachgewiesen, daß gerade die Trockenperioden dem Vordringen der Fichte in die Ebene im Norden Halt geboten haben. Die Fichtengrenze fällt im allgemeinen mit der 600 mm — Niederschlagskurve zusammen (siehe Nonnenübervermehrung) — bei günstigen Grundwasserverhältnisse kommt auch die Fichte in diesen Gebieten gut fort. Aber gerade in Trockenperioden versagt oft die Zufuhr von Seite des Grundwassers. Jetzt äußern sich verschiedene Krankheitserscheinungen. — Nach Vater sind alle Gebiete, die kein Niederschlagsmaxima in der Zeit von Mai bis August von 600 mm haben, keine Fichtenstandorte. Ihr Fehlen im Prager und Brünner Becken — wo sie erst künstlich eingebracht wurde — bezeugt ihre Feuchtigkeitsansprüche. (Rubner.)

Im Gebirge und im Norden — in ihrer Heimat — hat die Fichte oft nur eine Vegetationszeit von wenig mehr als zwei Monaten zur Verfügung, in milden Klimaten der Ebene oft fast sechs Monate! Das bedingt aber für die Heimat in der Regel engringiges, für milde Klimalagen weitringiges, pilzlicher Infektion sehr zugängliches Holz. Nach Rubner

sollen für den Fichtenbau Gegenden mit zu kurzer Vegetationsruhe vermieden werden!

Maissau war seinerzeit mit Laubhölzern bestockt, in Slavietic war neben Eiche und Buche die Weißkiefer bestandesbildend (laut alter Kartenwerke).

In beiden Gebieten sind schon durch die Trockenheit die Vorbedingungen für den Hallimasch gegeben. (In manchen Revierteilen in Maissau noch durch die knapp vorgehende Laubholzbestockung unterstützt.) Während nun die Fichte in Trockenjahren innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes kaum unter der Trockenheit zu leiden hat, weil hier im Optimum auch in Trockenjahren die Niederschlagsmengen noch immer für den Wasserhaushalt dieser Holzart hinreichend sind, ändert sich das Bild völlig im künstlichen Verbreitungsgebiet der Fichte, wo geringe Niederschlagsmengen und hohe Wärmesummen auftreten. Hier genügen die an und für sich geringen Niederschlagsmengen im Trockenjahr nicht mehr den Ansprüchen der Fichte, sie wird „hitzekrank"; nun treten verschiedene Folgeerscheinungen ein. Als eine der ersten ist die bedeutend erhöhte Anfälligkeit gegen den Hallimasch festzustellen. Tatsächlich wurde in den vorliegenden Gebieten der Hallimaschbefall in den Trockenjahren stetig häufiger und zwar nicht nur in den letzten Altersklassen, sondern auch in Stangenhölzern. In weiterer Folge macht sich auch ein Schütterwerden der Benadelung, eine Verlichtung der Krone bemerkbar. Diese Stämme sind es nun, an denen *T. fuscum* in seine Rechte tritt; fuscum befällt dort, wo solches stehendes noch grünes Brutmaterial vorliegt, ausschließlich dieses. Hier tritt nun der physiologische Schaden in den Vordergrund. Es konnte festgestellt werden, daß auch noch ganz am Beginn des Hallimaschbefalls stehende Fichten (bevor noch das Mycel am Wurzelanlauf emporsteigt, und man noch ein gut Stück der Wurzel freilegen muß, um auf das Mycel zu stoßen), schon von *T. fuscum* befallen wurden. Bei dichtem Befall stirbt der Stamm gleich im ersten Jahr ab. Ist die Befallsdichte — bei Stämmen der letzten Altersklasse im ersten Befallsjahr eine geringe, so behält die Benadelung noch im zweiten Jahr ihre grüne Farbe und erst neuerlicher Befall durch *T. fuscum* bringt den Stamm zum Absterben. Manche dieser Hallimaschstämme deren Pilzbefall noch gar nicht merkbar ist, könnten noch einige Jahre Zuwachs leisten, bevor sie durch den Pilz allein eingingen. In Trockenjahren, in denen der Pilz stärker auftritt, die Fichte hitzekrank wird, *Tetropium* optimale Entwicklungsbedingungen findet, wird durch diesen Käfer ganz besonders gründliche Arbeit geleistet. Allerdings spielt *Tetropium*, da er stets in irgend einer Weise kränkelndes Material befällt, als Glied des großen Naturhaushaltes, von diesem Standpunkt aus, eine gewisse erste Sanitätspolizei.

Neben dem Hallimasch ist es auch, und gar nicht selten, *Trametes radiciperda* Hartig (*Polyporus annosus* F.), der in den untersuchen Ge-

bieten dem Befall durch *T. fuscum* vorausgeht. Das Hinzutreten von *T. fuscum* beschleunigt nur das Absterben solcher Stämme. Auch beim Auftreten der Rotfäule handelt es sich um Standorte, die der Fichte nicht zusagen oder auch um waldbauliche oder bestandespflegliche Fehler bezw. Unterlassungen. Nach Münch gedeiht dieser Pilz um so besser, „je größer die lichte Weite der Zellen, je schmäler die Zellwand ist". Also in einem Fichtenholz wie wir es nicht erziehen wollen; denn das Maximum der technischen Güte des Fichtenholzes liegt nach den Untersuchungen Jankas bei 1 mm — Jahrringbreite. Es wird von diesem Pilz vorzüglich leichtes, schwammiges, luftreiches und wasserarmes Gewebe angegangen, in erster Linie der Kern. Aber auch in manchen Fällen der Splint. Dieser wird dann wasserarm sein, wenn sich bei den — unter sehr mildem Klima besonders in der Jugend — schwammig erwachsenen Fichten Trockenperioden einstellen, Transpiration und Wasserversorgung sich nicht mehr die Wage halten können. Daraus kann neben anderen noch zu erörternden Umständen das häufige Rotfaulwerden von Fichten in Trockengebieten, wie die der vorliegenden Forste, nicht nur in der letzten, sondern auch in der II. und III. Altersklasse und das gehäufte *Tetropium*-Auftreten Erklärung finden. Im Gebirge findet man *T. fuscum* mehr auf die letzte Altersklasse beschränkt, in Hölzern, deren Splint schon durch das physiologische Altern wasserärmer wird. Man hat im Gebirge auch die Erfahrung gewonnen, daß die Fichte im Plenterwald gegen die Rotfäule nahezu unempfindlich ist, dagegen in Beständen, die aus dem Kahlschlagsbetrieb hervorgegangen und deren Stämme wenigstens in der Jugend breitringig erwachsen sind, manchmal schon in der II. und III. Altersklasse Rotfäule zeigen.

Es ergeben sich hier also neben den als bedingendes Moment auftretenden Standortsfaktoren neben der Gefahr, welche die Einbringung der Fichte außerhalb ihres natürlichen Vorkommens und in den Grenzgebieten desselben mit sich bringt, noch wirtschaftliche Momente, welche dispositionsschaffend sind. Der Kahlschlag kann im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte ähnliche Erscheinungen hervorrufen, wie sie auf Standorten, die dieser Holzart nicht entsprechen, auftreten. Hier kann die vorbeugende Maßregel einsetzen, um wenig pilzanfälliges und damit wenig *Tetropium*anfälliges Material zu erziehen.

Ein weiterer Weg, geringanfällige Fichtenbestände zu erziehen, liegt in der Bestandesbegründung durch Mischbestände und in der Bestandespflege, vorzüglich in der entsprechenden Durchforstung.

Der Boden des nicht oder ungenügend durchforsteten Fichtenbestandes hat eine mehr der sauren Seite zuneigende Wasserstoffionenkonzentration als der des regelrecht durchforsteten; mit der Durchforstung verschiebt sich das $p_h$ nach der alkalischen Seite. Nun liegen aber die günstigen Werte für das Wachstum des Rotfäulepilzes (*P. radiciperda*) wahrscheinlich auch für den Hallimasch auf der saueren Seite. Für

*Polyporus radiciperda* ist der günstigste Wert in Reinkulturen des Pilzes $p_H$ 4—4.5! (nach Weiß und Nielsen). Das entspricht etwa dem Säuregrad (Azidität) eines Rohhumus![1]) Es stimmt dies auch mit den tatsächlichen Verhältnissen, wie wir sie in den Gebieten unserer Untersuchungen vorfanden. Je dichter die Bestände sind, desto häufiger treten diese beiden Pilze auf. Sie sind aber auch um so häufiger, je mehr unabgebaute Streu dem Boden auflagert. (Maissau! Slavetic). Wir kennen unter anderem nun zwei Ursachen von Trockentorfbildung; die eine entsteht durch zu hohe Feuchtigkeit (Hochgebirge, Durchforstungen!) die andere durch zu große Trockenheit (Trockenperioden in Trockengebieten.)[2]) Das Bakterienleben im Boden wird herabgemindert; die Nitrifikation und das Leben der Fadenpilze gehemmt. Das biocönotische Gleichgewicht in der Lebewelt des Bodens, das Edaphon, wird ganz empfindlich gestört! Die Wasserstoffionenkonzentration im Boden verschiebt sich auf die saure Seite und dadurch werden günstige Entwicklungsbedingungen für die pathogenen Pilze, wie *T. radiciperda*, *A. mellens* geschaffen.

Es zeitigen also zwei verschiedene Ursachen, zu hohe und zu geringe Feuchtigkeit, in reinen Fichtenbeständen die gleichen Wirkungen. Die Gegenmaßnahmen ergeben sich nun von selbst: zeitgerechte, entsprechende Durchforstungen, intensive Bestandespflege von aller Jugend an; Beimischung anderer Holzarten, Vermeidung der Begründung reiner Fichtenbestände auch im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte dort, wo die Niederschläge, die Wasserführung des Bodens zu hoch ist! Durch diese Maßnahmen schaffen wir gesunde Bestände, schalten die Vordisposition für den Pilzbefall und die Disposition für den *Tetropium*-Befall möglichst aus.

Wie aus den Ausführungen hervorgeht, sind wichtige Schutzmaßnahmen gegen *Tetropium* waldbaulicher Natur! Kurz gefaßt die richtige Einbringung der Holzart auf dem entsprechenden Standort, unbedingtes Vermeiden des reinen Fichtenanbaues außerhalb der Heimat der Fichte; wenn, dann nur Begründung in Mischung. Größte Vorsicht in den Grenzgebieten. Vorzügliche Anwendung der natürlichen Verjüngung auf kleinen Flächen unter Anwendung vieler Anhiebe! Vermeiden des Großschirmschlag und des Großkahlschlagbetriebes. Intensivste Bestandespflege!

In den Slaveticer Forsten hat sich der Übergang zu der vorzüglichen Anwendung des Ch. Wagnerschen Verfahrens mit einzelnen Modifikationen

[1]) *T. radiciperda* wurde auch an *Calluna* festgestellt!

[2]) Wiedemann führt das schlechte Gedeihen vieler Fichtenkulturen in Sachsen auf Stickstoffmangel infolge schlechter Humuszersetzung zurück; diese wird durch die sommerliche Trockenzeit verursacht, die den Humus kohlig werden läßt und dauernd schädigt, so daß auch spätere Durchfeuchtung den Schaden nicht wieder aufheben kann. Durch Erziehung reiner, dichter Fichtenbestände in Sachsen in den letzten 100 Jahren wurden ungünstige Zersetzungsbedingungen geschaffen und diese führten zu der waldfeindlichen Vertorfung und Vermoorung.

sehr gut bewährt. Diese Form der Bestandesbegründung schafft gleichzeitig Verhältnisse, unter denen es nicht zu optimaler Entwicklung von *Tetropium* kommt: Die Nord- und Süd-Verjüngungsrichtung des Hauptzuges, der N-, NO- oder NW-Anhieb bezweckt und erreicht eine Abwehr zu großer Besonnung und Abwehr der austrocknenden Winde, sowie bessere Regenzufuhr (mit Rücksicht auf die regenbringenden Winde). In Dürrejahren ergeben sich da im allgemeinen weniger Abgänge. Ein Schutz gegen die Insolation von Osten wird durch verbleibende Schutzstreifen erzeugt. Die notwendige Mischung ist hier leicht durchzuführen. Im Hochgebirge ist man natürlich von örtlichen Verhältnissen abhängig: wo der NW-wind zu fürchten ist, wird sich eine Abweichung durch Einhaltung eines NO-SW- Hiebsganges empfehlen. Von der regelmäßigen Form kann man sehr wohl abweichen und sich dem Terrain anpassen, in Mulden z. B. in Kreissegmentformen mit staffelweisem Vorwärtsschreiten.

Wir erreichen vom Standpunkt des Schutzes vor den *Tetropium*-Arten auf diese Weise ein Bestandesklima in den zu verjüngenden Flächen das den Gesundheitszustand in vorgehend erörtertem Sinn gewährleistet, die Anfälligkeit gegen Pilze herabmindert und damit in Zukunft geringe Brutmöglichkeiten für *Tetropium* bietet. In der Gegenwart aber auch noch die Ausschaltung von großen Südrändern, und damit eine Herabminderung der Gelegenheit von Brutstätten, wo es leicht zu doppelter Generation von *Tetropium* kommen kann. (Niedriger eiserner Bestand!)

Gemeinsam ist sowohl für *T. Gabrieli* wie *T. fuscum* die Art und Größe des technischen Schadens, der keineswegs unterschätzt werden darf. Die gesunde Larve legt ihre Puppenwiege bis zu 4 cm tief im Holzkörper an, beschränkt sich nicht auf die Splintgrenze, sondern geht in die Kernholzzone hinein. Diese technische Schädigung kann recht empfindliche Einbußen insbesondere dort, wo es sich um Sägebloche handelt, verursachen. Müssen doch die Forstwirtschaft und ihre Nebenbetriebe eine möglichst weitgehende Ausnützung des Materials anstreben, um den schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen Herr zu werden, wie auch um den natürlichen finanziellen Forderungen zu genügen. Durch den *Tetropium*-Befall sind oft viele Jahre Zuwachs einfach verloren.

Die Größe des technischen Schadens soll an einem Beispiel erörtert werden. Da unsere *Tetropium*-Arten vorzüglich in Hölzern der letzten Altersklasse und hier wieder in den unteren, starken Teilen brüten, die bei der Ausformung ins Sägeholz fallen, wird der Berechnung ein 30 cm starker und 4 m langer Sägebloch, von *Tetropium* stark befallen, zugrunde gelegt. Weiter wird davon ausgegangen, daß die Puppenwiegen gesunder Tiere bis 4 cm tief in den Holzkörper reichen.

Ein gesunder Sägebloch von den angeführten Ausmaßen ergibt: 7 Bretter Breitware und 4 Bretter Schmalware bei einer Brettstärke von 20 mm. Beim sparsamen und vorsichtigen Besäumen, wie es durchgeführt werden soll, entfällt der in der Abb. 11 punktierte Teil als

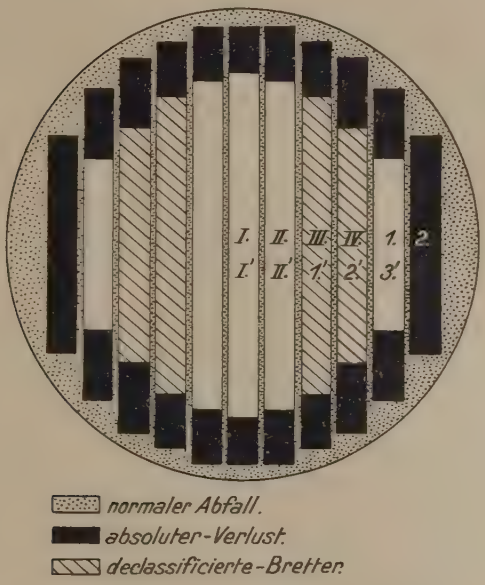



Abb. 11. Ausbeuteverlust bei Sägeware durch *Tetropium*-Befall.

normaler Abfall. Durch die in den Holzkörper eingreifenden Puppenwiegen muß jedoch jederseits stärker besäumt werden; außerdem entfallen zwei Bretter Schmalware — in der Zeichnung mit Nr. 2 bezeichnet — gänzlich!

Die Größe des absoluten Verlustes (— in der Zeichnung für den Querschnitt mit tiefschwarzer Tusche kenntlich gemacht —) errechnet sich nun bei einem Preis von 100—105 S für Breitware und 80 S für Schmalware[1]) wie folgt:

$0{,}52 \times 4 \times 0{,}02 \times 105 = 4{,}36$ S absoluter Verlust an Breitware
$0{,}46 \times 4 \times 0{,}02 \times 80 = 2{,}94$ S „ „ „ Schmalware
7,30 S absoluter Verlust!

Aus einem gesunden Bloch obiger Ausmaße, der im Rundholz 0,28 fm kubiert, erhält man 0,20 fm Schnittware vom gesunden Bloch. Es ergibt sich dabei von 1 fm Schnittware ein absoluter Verlust von S 36,5. Bei den Schnittholzpreisen von 100—105 S bezw. 80 S je Festmester liegt als Kaufpreis für das Rundholz durchschnittlich S 35 zugrunde. Kalkuliert man nun die für den absoluten Verlust sich bei dieser Stärkeklasse ergebende unnütze, verlorene Schnittarbeit, den Gewinnentgang in den Rundholzkaufpreis zurück, und bedenkt dabei, daß der sich ergebende Mehrabfall

[1]) Preise des Wiener Marktes.

nur minderwertiges Material (Spreisselholz) ergibt, so errechnet sich für den Festmeter Rundholz ein absoluter Verlust von S 26 also 74% des Kaufpreises.

Weiter ist noch zu berücksichtigen, daß ein gesunder Bloch von obigen Ausmaßen ergibt:

| | | |
|---|---|---|
| Breitware . . . . . | 0,15 fm | |
| Schmalware . . . . . | 0,05 „ | |
| | 0.20 fm | Schnittware. |

Der von *Tetropium* stark befallene Bloch dagegen

| | | |
|---|---|---|
| Breitware . . . . . | 0,051 fm | |
| Schmalware . . . . . | 0,072 „ | |
| | 0,123 fm | Schnittware. |

Es ergibt sich also auch noch ein Verlust an Breitware, indem diese in die Schmalware hinunterrückt. Demnach muß noch der Deklassifikationsverlust berücksichtigt werden. Betrachten wir die Zeichnung, so sehen wir, daß die Bretter III und IV deklassifiziert werden. Der *Tetropium*-bloch ergibt: 3 Bretter Breitware und 6 Bretter Schmalware, wobei die beiden Randbretter Schmalware ganz in den Abfall kommen.

Der Deklassifikationsverlust errechnet sich für den in Betracht gezogenen Bloch mit 0,68 S, das ergibt je Festmeter Schnittware einen Deklassifikationsverlust von 3,4 S und zurückkalkuliert auf 1 fm Rundholz 2,4 S.

Der Gesamtverlust je 1 fm normaler Schnittware beträgt daher 39,9 S! Der Gesamtverlust je Festmeter Rundholz zurückkalkuliert 23,4 S.

Das sind recht erhebliche und fühlbare Beträge, die eine merkliche Verlustquelle in der Forstwirtschaft bezw. in ihren Nebenbetrieben bilden können; und wir haben alle Ursachen, die *Tetropium*-Arten im Auge zu behalten.

Durch die Parasitierung wird infolge des geringeren Aktionsradius der parasitierten Larven der technische Schaden herabgemindert, was im nächsten Abschnitt nähere Erörterung finden wird.

## 10. Die Lebensgemeinschaft von T. Gabrieli und T. fuscum.

Bei jedem Lebewesen spielen die Glieder der Umwelt, die zu ihm in direkten oder auch indirekten Beziehungen stehen, eine ganz bedeutende Rolle. Glieder, die in indirekter Beziehung stehen, wie die Rotfäule, der Hallimasch, das Edaphon u. a. wurden bereits behandelt.

Hier soll der Biozönose der beiden Bockkäferarten nähergetreten und versucht werden, die Epidemiologie, das gegenseitige Verhalten von Wirt und Parasit, wenigstens in Teilen zu erfassen; so weit dies eben bei der Fülle der Vorgänge, dem vielen Nebeneinander möglich war. Wohl bewußt dessen, daß die Ergebnisse nur ein Atom aus der Fülle des Geschehens

sind, wie es sich täglich und jährlich abspielt, hoffe ich doch, daß sie ein kleines Glied zur Erkenntnis der großen unendlichen Kette der Lebensgemeinschaft und der Verknüpfung der Lebensgemeinschaften beitragen können.

Wenn es je gelingen soll, das Verhalten der einzelnen Glieder in der großen Lebensgemeinschaft Wald, die allgemeine Biozönose, zu erfassen, so nur auf Grund genauen Studiums unzähliger spezieller oder Teilbiozönosen, d. h. Biozönosen der einzelnen Wirte. Erst das Zusammenfügen der speziellen Biozönosen eines Gebietes und der Vergleich mit den Lebensgemeinschaften anderer Gebiete wird einen Einblick in die weiteren gegenseitigen und äußeren Abhängigkeitsverhältnisse gestatten; wird den Versuch, die große allgemeine Biozönose zu erkennen, ermöglichen.

Es müßte endlich Gelegenheit geschaffen werden, an Ort und Stelle, im Wald selbst — auch in ruhigen Zeiten durch die Errichtung von Waldstudienstationen, wie sie bereits 1916 von Hofrat Prof. M. Seitner in seiner Rektorsinaugurationsrede gefordert wurden — die Lebensgemeinschaften zu studieren. Es wäre zu wünschen, daß sich die Erkenntnis der Notwendigkeit und Bedeutung solcher Stationen, des Segens, den sie stiften könnten, auch den hierzu berufenen Kreisen aufdrängen würde.

* * *

Die meisten Feststellungen wurden so weit als möglich im Freiland gemacht. Die ganze übrige Versuchsanordnung wurde so gehandhabt, daß von den natürlichen Verhältnissen möglichst wenig abgewichen wurde. Die von *Tetropium* befallenen Stücke wurden im Winter geworben, verblieben freiliegend, im Schirm von Bäumen im Hochschulgarten, und wurden erst Mitte April im Laboratorium in große mit Organtine überspannte Kisten eingezwingert. Die Holzstücke selbst wurden durchwegs groß gewählt und zwar 1 m bis 1 m 10 cm lang und nur in Halbklüfte gespalten. Dadurch wurde auch ein Austrocknen vermieden.

Bevor auf die einzelnen Glieder der Lebensgemeinschaft eingegangen wird, soll eine allgemeine Übersicht über die Schwärmzeiten der Parasiten und ihr Verhältnis zur Schwärmzeit des Käfers gegeben werden.

*T. fuscum* und *T. Gabrieli* schwärmten von Ende April bis Anfang Juni; je nach den Witterungsverhältnissen kann die Schwärmzeit Verschiebungen und Unterbrechungen erfahren. In Abb. 12 ist im obersten Graphikon die Schwärmzeit und Masse des Käfers, der Ichneumoniden und der Braconiden ersichtlich. Die Schwärmzeit der Ichneumoniden fällt vorzüglich in die erste Hälfte der Schwärmzeit des Käfers; sie erstreckt sich vom Beginn seiner Schwärmzeit bis zum Ende des zweiten Drittels, mit hohen Werten am Beginn des ersten und Kulmination am Beginn des zweiten, endet sie mit Anfang des dritten Drittels der Käferschwärmzeit. Die Schwärmzeit der Braconiden erstreckt sich jedoch vom

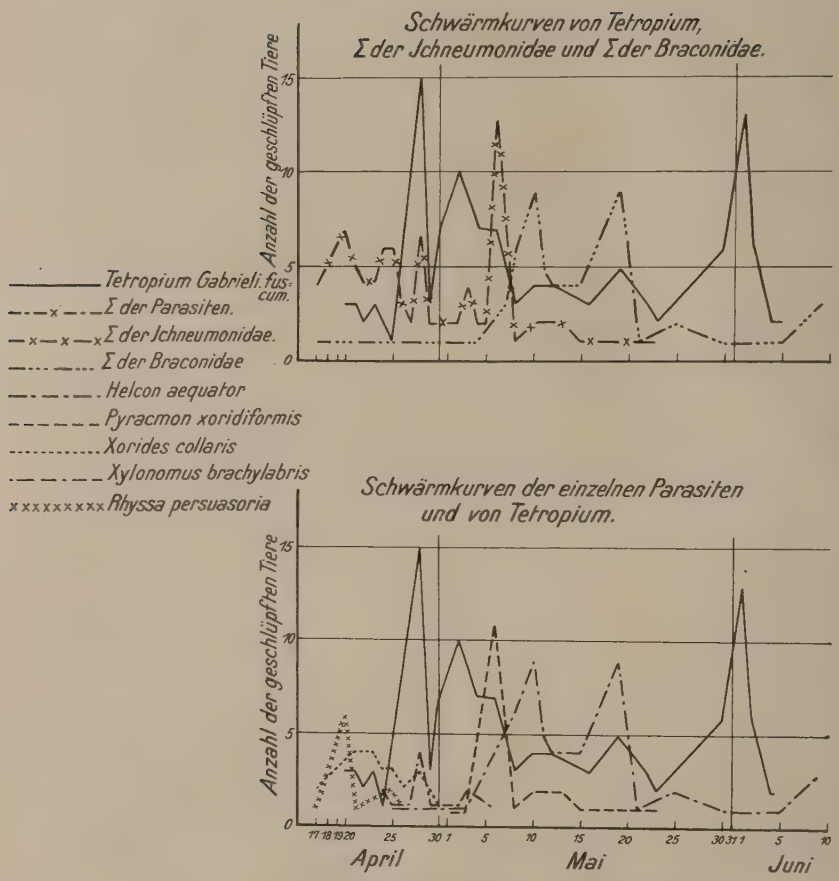



Abb. 12. Schwärmkurven des Käfers und seiner Parasiten.

Beginn bis zum Ende der Schwärmzeit des Käfers. Sie kulminiert später als die der Ichneumoniden und zwar in der Hälfte und am Ende des zweiten Drittels der Käferschwärmzeit. Die Schwärmzeit der Ichneumoniden erstreckt sich also von Ende April bis 20. Mai; mit hohen Werten Ende April, Anfang Mai; die der Braconiden von Ende April bis Anfang Juni mit Kulmination zwischen 8. und 20. Mai.

Auffallend ist, daß gerade die häufigsten und somit wirksamsten Parasiten, z. B. der bedeutendste *Helcon aequator* (siehe Abb. 12 unteres Graphikon) die Kulmination seiner Schwärmkurve in der Mitte der Schwärmzeit des Käfers hat und bis zum Ende der Schwärmzeit des Käfers schwärmt. Die wirksamen Parasiten schwärmen im allgemeinen später als die weniger wirksamen.

Es ist erklärlich, daß diejenigen Parasiten, die dem Leben von *Tetropium* besonders angepaßt erscheinen, nicht am Beginn seiner Schwärmzeit schlüpfen werden. Denn es vergehen immerhin rund 18 Tage bis von den erstgeschlüpften Käfern die ersten Lärvchen vorliegen; es ist auffallend, daß intensiveres Schlüpfen z. B. von *H. aequator* erst 13 Tage nach dem Schlüpfen des ersten Käfers anhebt!

Weiters ergibt sich aus dem Vergleich der Schlüpfkurven, daß die ersten Tetropiumlarven vorzüglich von Ichneumoniden, die späteren vorzüglich von Braconiden befallen werden; wenigstens bei den vorliegenden Verhältnissen. Diejenigen Ichneumoniden, deren Schlüpfzeit später endet, waren die häufigeren!

## A. Parasiten:

### α) Hymenoptera.

*Braconidae.*

**a) Atanycolus (Coelobracon) denigrator L. (Braconinae).**

*Ichneumon denigrator* Linné.
„ XXIV. Schaeffer.
„ XC. Schaeffer.
„ *denigrator* Ph. L. Müller.
„ „ Schrank.
„ „ Villers.
„ „ Gmelin.
„ „ Christ.
„ „ Cederholm.
„ „ Walkenaar.
„ *impostor* Schrank.
*Bracon flavator var.* Nees.
„ *denigrator* Nees.
*Ichneumon denigrator* Thunberg.
*Bracon denigrator* Lepeletier.
„ „ Haliday.
„ „ Bouché 1834.
„ „ Zetterstedt 1838.
„ „ Guérin 1845.
*Atanycolus denigrator* Förster 1862.
„ „ Canestrini und Berlese 1881.
„ „ Marshall 1888
*Bracon* „ Thomson 1892.
*Vipio* „ Schmiedeknecht 1896.
*Atanycolus* „ Marshall 1897.
„ „ Szépligeti 1904.
„ „ Fahringer 1928.

♀ „Schwarz;[1]) Hinterleib gelbrot mit Ausnahme des ersten Segmentes, dieses schwarz. Bräunliche Farbe haben Palpen, Ozellenfleck, Spitzen der Schienen und Tarsen; Flügelgeäder. Kopf fast viereckig (von oben gesehen), hinter den Augen etwas erweitert. Schläfen sehr breit. Scheitel deutlich ausgerandet. Stirn deutlich und tief ausgehöhlt.

[1]) Beschreibung nach Fahringer.

Fühlerschaft zylinderisch mit 2 Zähnen (an Wurzel und Spitze), 3. Fühlerglied viel länger als das zweite, ebensolang als das 4, die übrigen Glieder so lang als breit. Letztes Fühlerglied abgerundet (Fühlerglieder: 52—56). Fühler kürzer als der Körper. Rostrum kurz, Wangen lang und breit. Thorax lang gestreckt, oben etwas abgeflacht, glatt und glänzend, Pronotum oben mit punktierter Grube, Notauli schwach abgesetzt, Schildchen flach, Mediansegment kurz, ganz ohne deutliche Skulptur, schwach behaart (seitlich). Flügel schwärzlich getrübt mit hyalinen Flecken unter dem Stigma. Beine kräftig, Schenkel dick und kurz. Hinterleib langgestreckt walzlich, ein bißchen länger als der Thorax, die ersten Segmente undeutlich runzelig punktiert, 1. Tergit fast rechteckig, gegen die Basis etwas verschmälert, durch zwei Furchen in Lappenwülste geteilt, deren mittlerer eine Art Mittelfeld bildet, während die seitlichen wie Kiele aussehen. 2. Tergit ebenfalls mit 3 Wülsten, deren mittlerer ein flaches lanzettliches Mittelfeld bildet; die seitlichen sind schmal, dreieckig, fast ganz glatt und glänzend (Innenwinkel der 3 Wülste mit Spuren von Runzeln). 3. Tergit ähnlich wie das 2. mit 3 glatten Erhabenheiten. Hinterende der Tergite 2—5 ganz glatt und stark glänzend. Alle Suturen glatt und glänzend. Bohrer ein wenig länger als der Körper. Länge 7—9 mm.

♂ Sehr ähnlich dem ♀, kleiner schmächtiger, aber Palpen teilweise gelblich (Spitzen). Mediansegment braunrot bis dunkelbraun, Abdomen mit schwärzlichem Hinterrande. Pronotum oben mit glatter Grube. Länge 6 mm."

Diese Art unterscheidet sich durch das schwarze oder schwarzbraune erste Tergit von dem sehr ähnlichen *Atanycolus Neesi* Marsh. Nach Fahringer könnte letzterer daher als eine Varietät des *denigrator* betrachtet werden, wie es auch von Schmiedeknecht vermutet wurde.

*A. denigrator* ist über ganz Europa verbreitet und nirgends selten. Lebensweise: parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft Anfang Mai.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt:

*Rhagium mordax* Deg.
„ *inquisitor* L.
*Anthaxia morio* F.
*Tetropium fuscum* J.
(Fahringer: Opusc. brac. S. 125 und 578.)
*Saperda papulnea* Lin. (Escherich F. J. II.).

**b) Atanycolus (Coelobracon) initiator Nees. (Braconinae).** (Abb. 13.)

*Atanycolus initiator* Nees. 1834.
*Bracon (Coeloides) initator* Blanchard 1840.
*Coeloides initator* Westwood 1840.
*Bracon* „ Ratzeburg 1844.
„ „ Imhof-Labram 1844.
„ „ Ratzeburg 1848.
*Coeloides* „ Förster 1862.
*Atanycolus genalis* Thomson 1892.
*Coeloides initiator* Marshall 1898.
*Atanycolus initator* Szépligeti 1904.
*Atanycolus* (*Coelobracon*) *initator* Fahringer 1928.

♀ „Gelb.[1]) Schwarz sind: Ozellenfleck, Fühler, Mandibespitzen, Palpen, Thorax (mit Ausnahme des rötlichen Callum) und ein ganz kleiner roter Fleck in der Mitte des Mediansegmentes (var.), sämtliche Beine. (Die Farbe ist bei einzelnen Stücken mehr pechbraun, nicht rein schwarz.)

[1]) Beschreibung nach Fahringer.

Kopf fast viereckig, etwas breiter als lang, hinter den Augen erweitert, Stirngrube groß, innen mit stark erhabenem Kiel, sonst glatt, Gesicht unten etwas eingedrückt, abstehend, weißlich behaart, ansonsten ohne deutliche Skulptur. Rostrum sehr kurz. Wangen und Schläfen sehr breit (Augen vom Hinterrand des Kopfes ungefähr so weit entfernt, wie etwa die Länge des Schaftes und der Geißelglieder 1 und 2). Fühler 49- bis 54gliedrig, Thorax ganz glatt und glänzend, Notauli sichtbar, aber nicht scharf abgesetzt. Mediansegment seitlich abstehend hell behaart. Flügel schwärzlich verdunkelt, vom Stigma etwas heller. Unter dem Stigma helle Flecken. Hinterflügel in der Kostalgegend dunkler als der übrige Teil. Beine lang und kräftig, alle Schenkel schwach keulenförmig verdickt, Hüften, Schienen, Tarsen dicht, Schenkel zerstreut abstehend hell behaart. Abdomen etwas länger als Kopf und Thorax zusammen. 1. Tergit viel länger als breit, trapezförmig, Mittelfeld des 1. Tergites wappenförmig, vorne abgerundet, von 2 scharfen Kielen, die sich nach vorne zu Wülsten erweitern, umsäumt. Zwischen den Kielen und dem Seitenrande je eine breite Furche. 2. Tergit etwas breiter als lang, trapezförmig mit einem lanzettlichen Mittel und zwei Seitenfeldern. (Wülste.) Innenrand der Wülste durch vertiefte und glatte Furchen ziemlich abgesetzt. Alle Tergite sonst ganz glatt und glänzend und breiter als lang. Auch Tergit 1 und 2 außer der oben erwähnten Skulptur ganz glatt und glänzend, 2. Sutur ganz fein crenuliert, die übrigen glatt, Hypopygium kaum über das Aftersegment vorragend. Bohrer viel länger als der Körper. Länge 7—11 mm, Bohrer 14—17 mm.

Abb. 13. *Atanycolus initiator.*

♂ dem ♀ fast völlig gleich in Skulptur und Färbung, nur manchmal kleiner und schmächtiger. Hinterleib daher meist viel länger als der Kopf und Thorax. Schwärzliche Färbung des Kopfes mehr ausgedehnt, nur Schläfen, Innenrand der Augen und Gesicht hell. Thorax und Beine ganz, Mediansegment und Abdominaltergite mitunter mit undeutlichen Runzeln, Kielwülste des 1. Segmentes sehr schmal und verloschen, vorne manchmal verdunkelt." Länge 7—11 mm.

Fahringer unterscheidet drei Varietäten: *var. temporalis* Kok.; *var. rubromaculata* Fahringer und *var. nigrinus* Fahr.

Die Art ist sehr ähnlich den beiden Arten *A. neesi* Marsh. und *A. denigrator* L.

Die Stammform hat eine weite Verbreitung: über ganz Europa und Westasien (Kleinasien).

Lebensweise: Parasit der Larve von *Tetropium fuscum*. Überwinterung erfolgte als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft Anfang Mai.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt: *Phymatodes pusillus* F.; *Acanthocinus aedilis* L; *Rhagium inquisitor* L.; *Tetropium castaneum* L. und *Sesia flaviventris*, wie *S. vespiformis* L.

**Atanycolus (Coelobracon) Neesi Marsh. (Braconinae).**

*Atanycolus Neesi* Marshall 1898.
" " " 1868.
" " Szépligeti 1904.
*Coeloides* " Marshall 1897.
*Atanycolus (Coelobracon) Neesi* Fahringer 1928.

♀ „Schwarz.[1]) Hinterleib ganz gelb. Trochanteren II manchmal schwach rötlich.

[1]) Beschreibung nach Fahringer.

Kopf von oben fast viereckig, etwas breiter als lang, hinter den Augen schwach erweitert. Stirngrube innen mit ganz kurzem gefurchten Kiel. Mittel-Ocellus in die Stirngrube abfallend. Fühler wie bei *denigrator* L. Gesichtsseiten und Scheitel abstehend weißlich behaart, sonst glatt und glänzend. Rostrum ganz kurz, Wangen und Schläfen breit. Entfernung der Augen vom Seitenrand von der Länge des Fühlerschaftes. Thorax ganz glatt und glänzend. Mediansegment an den Seiten ziemlich lang abstehend und dicht weiß behaart. Notauli kaum angedeutet. Flügel ganz gleichmäßig schwarz getrübt, helle Flecken unter dem Stigma undeutlich, aber vorhanden. Beine kräftig. Alle Schenkel verdickt (keulenförmig), Sporne der Hinterschienen kurz ($^1/_2$ der Schienenlänge), gleich lang. Abdomen länger als Kopf und Thorax, 1. Tergit länger als breit, trapezförmig. Mittelfeld des 1. Tergites fast dreieckig. Randfurchen deutlich abgesetzt. Zwischen Randfurchen und Mittelfeld vorne keine deutlichen Wülste abgesetzt, Mittelfeld schwach gerunzelt; 2. Tergit fast quadratisch, mit breitem lanzettlichen Mittelfeld und kleinen Seitenfeldern, wie das erste fast ganz glatt und glänzend. Am Mittelfeld Spuren von Runzeln. 3. Tergit breiter als lang, mit 2 Seitenwülsten, deren Hinterspitzen durch eine in der Mitte etwas vorgezogene Furche verbunden sind, wodurch sich zwischen der zweiten, schwach crenulierten Sutur und der Furche selbst ein eigentümlicher breiter, Mittelfeld ähnlicher Raum abhebt. Auch das 4. Tergit mit einer Querfurche unweit der dritten Sutur, ansonsten wie die übrigen Segmente glatt und glänzend. Hypopygium wenig vorstehend. Bohrer so lang oder etwas länger als der Körper. Länge 7—9 mm; Bohrer 9—10 mm.

♂ dem ♀ fast vollkommen gleich in Skulptur und Farbe, auch an Größe nicht verschieden. 2.—4. Hinterleibstergit mit kleinen, spitzlanzettlichen Mittelfeldern, die des 3. und 4. Tergites also viel schmäler als beim ♀. 6. Tergit oben manchmal schwärzlich". Länge 5—9 mm. Bei manchen Stücken sind die Tergite 3—6 oben angedunkelt!

Nach Fahringer könnte diese Art vielleicht als Varietät zu *A. denigrator* L. gestellt werden. „Immerhin lassen die Unterschiede in Färbung und Skulptur des Hinterleibes eine Trennung zu."

Die Art ist über ganz Europa und Westasien verbreitet.

Lebensweise: Larvenparasit von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft: Anfang Mai.

Nach Fahringer sind bereits als Wirte bekannt: *Poecilonota variolosa* Payk; *P. rutilans* L; *Acanthocinus aedilis* L.; *Criocephalus rusticus* L., und *Sesia vespiformis.*

### d) Atanycolus (Coelobracon) sculpturatus Thoms. (Braconinae).

| | |
|---|---|
| *Bracon (Vipio, Coelobracon) sculpturatus* | Thomson 1892. |
| *Vipio (Atanycolus) sculpturatus* | Schmiedeknecht 1896. |
| *Coelobides sculpturatus* | Marshall 1898. |
| *Atanycolus sculpturatus* | Szépligeti 1904. |
| *Atanycolus (Coelobracon) sculpturatus* | Fahringer 1928. |

♀ „Ganz[1]) schwarz, nur Hinterleib gelb. Kopf kubisch, hinter den Augen erweitert, Fühlergrube innen glatt mit undeutlichem Kiel; Fühler fadenförmig, so lang wie der Körper, 42—48gliedrig. Schaft walzig mit Endzähnchen. 2. Fühlerglied kürzer als das 3.; auch etwas kürzer als das 4., die folgenden Glieder so lang als breit, oder etwas länger. Rostrum kurz, Gesicht hell behaart. Schläfen breit. Augen vom Hinterrand des Kopfes um Fühlerschaftbreite abstehend. Thorax glatt und glänzend, Notauli undeutlich. Flügel bräunlich unter dem Stigma mit hyalinen Flecken. Beine schlank, Schenkel verdickt, Schienensporen kurz, ungleich lang. Abdomen oben etwas länger als

[1]) Beschreibung nach Fahringer.

Kopf und Thorax, Tergit 2—4 größtenteils runzelstreifig. Erstes Tergit länger als breit, trapezförmig, Mittelfeld lang, fast dreieckig, oben stark runzelig. Seitenränder durch glatte Furchen vom Mittelfeld getrennt. Zweites Tergit so lang wie das dritte, mit glattem Mittelfeld (lanzettlich). Um das Mittelfeld Runzelstreifen, Ränder mehr glatt. Drittes Tergit mit kurzem, querem, glatten Mittelfeld, sonst runzelstreifig. Seitenwülste der Tergite 2—4 glatt und glänzend, durch Furchen abgesetzt. Viertes bis fünftes Tergit ganz runzelig, die übrigen glatt und glänzend, länger als breit. Bohrer viel länger als der Körper. Länge 7 mm, Bohrer 10 mm.

♂ dem ♀ sehr ähnlich in Farbe und Skulptur. Fühler mit 41 Gliedern, so lang wie der Körper, Hinterleibstergit vor den Suturen meist mit glatter, schmaler Furche, sonst Skulptur wie beim ♀. Kleiner, schmächtiger als dieses. Länge 5 mm." Hinterleibsende oberseits manchmal angedunkelt.

Bis jetzt bei Athen gefunden. Wirte waren bisher unbekannt.

Lebensweise: parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft Anfang Mai. — Südmähren.

* * *

Von einer Larvenbeschreibung der einzelnen *Atanycolus*-Arten mußte Abstand genommen werden, da eine Sonderung der Larven nach ihrer Artzugehörigkeit nicht durchführbar war. Es muß daher bei der nachstehenden *Atanycolus*-Larvenbeschreibung die Artzugehörigkeit offen gelassen werden.

### Larvenbeschreibung von Atanycolus sp.

Die vollwüchsige Larve erscheint in Tafel III Abb. 3 wiedergegeben.

Länge 9—11 mm; größte Breite 2,6—3 mm; in der Mitte am stärksten, zu den beiden Enden sich verjüngend; nach rückwärts schmäler werdend als nach vorne. Farbe weiß, mit einem sehr geringfügigen Stich ins gelbliche. Zwölfringig ohne Kopf und Aftersegment. Oberfläche matt hautartig chagriniert, mit mikroskopisch feinen Verruken. Auf der Oberseite eine feine glatte Rückenlinie, welche am zweiten Leibesring beginnt und am vorletzten endet. Auf der Unterseite ohne solche Linie. Die Leibesringe 5 bis 8 an der Oberseite (von seitwärts gesehen) jeder einzelne etwas hochgezogen. Darm gelb durchscheinend. Stigmen gelblich, kreisrund, gegen den Vorderrand der einzelnen Leibesringe vorgerückt; auf allen Leibesringen. Das letzte Abdominalsegment (Analsegment) zeigt eine feine Beborstung (siehe Abb.).

Das Mundgerüst der Larve ist in Tafel III, Abb. 1, wiedergegeben. Die Anlage der Labial- und Maxillarpalpen ist gut kenntlich. Bei starker Vergrößerung finden sich um das Mundgerüst einzelne regelmäßig angeordnete Härchen, die dem Tastsinn dienen dürften. Die Mundhacken Abb. 2, Tafel III laufen in einen kräftigen, starken Zahn aus, die folgenden 6—7 Zähnchen sind unvergleichlich schwächer, werden zur Basis fortschreitend kürzer, das letzte Zähnchen ist ganz kurz und schwach. Basis der einzelnen Zähnchen schmal. Fühler eingliedrig.

Tafel III.

*1* Mundgerüst der Larve von *Atanycolus* sp. *2* Mandibel der Larve von *Atanycolus* sp. *3* Larve von *Atanycolus* sp.; Vollwüchsig. *4* Larve von *Xylonomus irrigator;* Vollwüchsig. *5* Mundgerüst der Larve von *Xylonomus irrigator*. *6* Mandibel derselben.

Zur Lebensweise der vier vorstehend behandelten *Atanycolus*-Arten:

Da das Verhalten ein gleiches ist, kann es für alle 4 Arten gemeinsam behandelt werden. Die Larve verläßt den Wirt immer bevor er Anstalten zur Anfertigung der Puppenwiege getroffen hat! Die Verpuppung der als *Tetropium* Parasiten erhaltenen Atanycolusarten erfolgt daher durchwegs zwischen Rinde und Holz. Daher sind die im Kokon befindlichen Larven bezw. Puppen auch gegen Trockenheit viel empfindlicher als die solcher Parasiten, die erst im Hackengang zur Verpuppung schreiten.

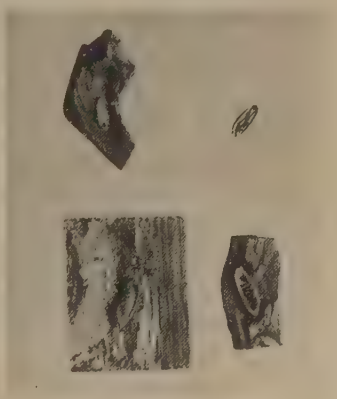


Abb. 14. *Atanycolus*-Kokons.

Der Kokon wird neben der von der Parasitenlarve verlassenen Käferlarve angefertigt und haftet meistens an der Rinde, seltener ist er am Holzkörper befestigt. Die Form (Abb. 14) des Kokons ist oval, oben und unten vollkommen flach und kann etwa mit der Form einer ovalen Sardinenbüchse verglichen werden. 8 bis 12 mm lang, 2—4 mm breit und 2 bis $2^1/_2$ mm hoch. Mit der einen flachen Seite wird der Kokon an der Unterlage (Innenseite der Rinde) befestigt. Farbe braungelb, fahl, etwas heller als die trockene Innenseite der Rinde. Die Puppe ruht in diesem Kokon stets mit dem Rücken auf der flachen Unterseite. Das fertige Tier nagt sich durch ein kreisrundes Loch ins Freie.

Das verhältnismäßig spärliche Auftreten der *Atanycolus*-Arten als *Tetropium*-Parasiten läßt den Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß sie mehr gelegentlich in den *Tetropium*-Larven parasitieren dürften.

### e) Doryctes obliteratus Nees (Doryctini).

| | |
|---|---|
| *Bracon obliteratus* | Nees. 1834, |
| *Doryctes* „ | Blanchard 1840. |
| *Bracon (Ischiogonus) obliteratus*, | Ratzeburg 1844. |
| „ „ „ | „ 1852. |
| *Bracon obliteratus* | Giraud 1854. |
| *Doryctes obliteratus* | Reinhard 1865. |
| „ „ | Marshall 1888. |
| „ „ | Thomson 1892. |

Schwarz bis gelbbraun. Beine des Männchens ganz braun (Schienen zum Teil auch die Tarsen etwas heller als die Schenkel); beim ♀ nur die Schienen braun. Kopf kubisch, hinter den Augen nicht verschmälert. Scheitel glatt. Gesicht dicht punktiert, etwas glänzend. Palpen braun. Mandibeln rotbraun.

♂ schwarz. Beine pechbraun; Schenkel dunkler, Schienen und Tarsen heller. Schienen zur Spitze dunkler werdend. Erstes Hinterleibssegment um wenigstens die Hälfte länger als seine Breite an der Spitze beträgt. Erstes und zweites Hinterleibssegment

oben matt (schwach glänzend) und nadelrissig chagriniert. Die restlichen Hinterleibssegmente oben glatt, lackglänzend; eventuell die Basis des 3. noch schmal matt und nadelrissig chagriniert; schwach fein behaart. Länge 3—6½ mm.

♀[1]) „Fühler etwas länger als der Körper, schwärzlich, 41gliedrig. Mesonotum ziemlich dicht punktiert und glänzend; seine Furchen matt gerunzelt. Mesopleuren glatt, ihre Furchen rückwärts vertieft; am Beginne sind sie nur eine feine oberflächliche Linie. Metanotum pechbraun; runzelig, zur Basis etwas glatter. Die Flügel haben eine leichte bräunliche Färbung; Beine braunrot, Hüften, Schenkelspitzen, Schienen braun. Die ersten zwei Abdominalsegmente pechbraun. Das erste Segment etwas länger als an der Spitze breit, ganz längsrunzelig, an der Basis von zwei kurzen Kielen überragt. Das zweite Segment von viel feineren Runzeln bedeckt; die folgenden Segmente glatt. Die zweite Sutur völlig verwischt, zur Not an den Seiten kenntlich. Bohrer etwas kürzer als das Abdomen."

Verbreitung: Deutschland, Frankreich, Italien und Südmähren.

Lebensweise: Innenparasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft: Ende April.

Im Schrifttum werden als Wirte angeführt: *Tetropium castaneum* (Ratzeburg); *Callidium abdominale* Bon. (Marshall); *Pissodes notatus* und *Ips typographus* L. (Elliot und Morley).

### f) Helcon aequator Nees. (Helconinae). (Abb. 15.)

*Helcon aequator* Nees 1812. 1834
„ „ Haliday 1835.
„ „ Ratzeburg 1848.
„ „ Thomson 1891.
„ „ Marshall 1893.

Schwarz. Alle Beine rötlichgelb nur die Hinterschienen und Hintertarsen schwärzlich; die Hinterschienen nur an der Basis schmal hell (gelb). Kopf kubisch, kräftig breiter als lang; fast glatt nur mit wenigen, spärlichen Punkten, glänzend; Gesicht fein und dicht punktiert wenig glänzend. Stirn, zwischen den Fühlern mit einer dornförmig vorspringenden Längsleiste. Mandibeln braun bis schwarz; Taster hellgelb. Fühler etwas kürzer als der Körper, schwarz; zur Basis mitunter braun. Mesonotum und Skutellum mit spärlicher, sehr feiner Punktierung. Mesopleuren glatt, glänzend; ihre Umgebung, sowie die Rinne des Mesothorax runzelig. Mesothorax auf der ganzen Oberfläche ziemlich gleichmäßig, runzelig punktiert; mitunter mit 2 oder 4 nach vorn sich verlierenden, schwachen Längskielen und einer undeutlichen, sich gleichfalls nach vorn verlierenden Mittelrille. (Die Kiele beim ♂ deutlicher als beim ♀). Flügel hyalin, etwas rauchig angedunkelt. Stigma dunkel, Nervatur braun. Erstes Abdominalsegment konisch (etwa 5 mal so lang als an der Basis breit), rauh punktiert; in der Mitte mit einem beim ♀ flachen und abgestumpften, beim ♂ meist etwas schärferem Kiel, der gegen das Ende zu verflacht, an der Basis zwei kurze Kielchen, an der Spitze zwei gegen die Seiten gerückte Eindrücke; wenig glänzend; stark punktiert; beim ♀ an der Basis oft nadelrissig, die folgenden Segmente glatt, lackglänzend. Segment II etwas länger als das dritte und mit 2 Eindrücken an der Basis. Verhältnis von Thorax zum Hinterleib beim ♀ etwa wie 4 : 5½, beim ♂ wie 4 : 6. Bohrer viel länger als der Körper. Länge 8—12½ mm; Länge des Bohrers bis 15½ mm.

Vorkommen: Deutschland, Italien, Rußland, Schweden (von Lappland bis Schonen, ausschließlich in Fichtenwäldern nach Thomson); Südmähren, Niederösterreich.

---

[1]) Beschreibung des ♀ nach Marshall.

Beschreibung der Larve: Die junge Larve ist (Abb. 6, in Tafel II, S. 244), weiß hyalin, stellenweise glasartig durchscheinend. 12ringig. Darmtrakt als einfacher, vom ersten Ring an, aufgeblähter Schlauch vom Mund zum Anus gestreckt durchlaufend; mitunter gelblich durchschimmernd. Die jüngeren Larvenstadien sind gekrümmt, die älteren ausgestreckt. Das erste Segment bei den Jugendstadien stark vergrößert, oberseits etwas plattig entwickelt; dieser Teil hat oft einen etwas dunkleren Ton als der übrige Körper. Bei den älteren Stadien, die ganz weiß sind, tritt diese plattige Ausbildung zurück und schwindet schließlich gänzlich. Das Analende ist bei den jüngeren und älteren Stadien kegelig ausgezogen. Während bei den jüngsten Stadien keine Besonderheiten in der Oberfläche der Larvenhaut kenntlich sind, tritt mit zunehmendem Alter eine feine Verrukenbildung auf, die sehr zart, aber doch kenntlich ist; sie erstreckt sich zuerst auf die Ringe 5—10, schließlich alle Ringe und läßt nur in der Mitte der Oberseite eine schmälere, in der Mitte der Unterseite eine etwa doppelt so breite Linie, der ganzen Länge nach frei.

Abb. 15. *Helcon aequator* ♀, ♂.

Lebensweise: *H. aequator* war der häufigste und somit auch der wirksamste Parasit von *T. fuscum* und *Gabrieli*. Die Larve lebt parasitisch in der *Tetropium*-Larve und findet sich bereits in den ersten Stadien der Wirtslarve vor.

Bei dem Studium der Wirkung der Parasitierung auf die *Tetropium*-Larve durch die *H. aequator*-Larve wurde folgenden Fragen nähergetreten: Welche Körpersäfte entzieht die Parasitenlarve der Wirtslarve zu ihrer Ernährung? Welche Folgeerscheinungen machen sich bei der Wirtslarve bemerkbar?

Wenn eine restlose Klärung dieser Fragen auch nicht möglich war, so können doch die, bei dem zahlreichen, zur Untersuchung gelangten, parasitierten Material gemachten Beobachtungen einige Tatsachen darlegen.

Streicht man, zum Zweck der Feststellung der Parasitierung den Körperinhalt der *Tetropium*-Larve aus, so schießt die Parasitenlarve sobald sie etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ wüchsig ist, in der Regel voran heraus. Um die Lage der Parasitenlarve in der Wirtslarve festzustellen wurde anders vorgegangen. Bei vorsichtigem Öffnen der Wirtslarve — was durch Abschneiden des Kopfes und des Analendes, dann Aufschneiden der Larven-

haut mit feiner scharfer Schere der Länge lang, geschieht — findet man die junge *H. aequator*-Larve der Divertikelregion des Darmes der Wirtslarve dicht anliegend vor.

Wenn man die Verdauungs- und Resorptionstätigkeit, wie sie im Darm vor sich geht, in Betracht zieht, so ist diese Lage der Parasitenlarve erklärlich, denn hier liegt die günstigste Stelle zu ihrer Ernährung vor. In der Divertikelregion geht die regste resorbierende Tätigkeit des Darmes vor sich. Hier steht der Parasitenlarve der in den Kreislauf übergehende Chylus, also äußerst hochwertige, flüssige Nahrung zur Verfügung. Die Überprüfung des $p_h$-Wertes der Körperflüssigkeit und des Darminhalts der Parasitenlarve ergab den gleichen Wert, wie er in der Divertikelregion der Wirtslarve auftritt: $p_h$ 6,5!! — Bei Genuß dieser hochwertigen Nahrung ist die Parasitenlarve einer besonderen umständlichen Aufschließung der Nahrung enthoben. Daher auch der einfache, geradlinige Verdauungskanal der *H. aequator*-Larve; der nun seinerseits den Großteil seiner Länge nach resorbierend tätig sein kann.

Es darf angenommen werden, daß im Anfangszustand der Parasitierung, durch Entzug eines verhältnismäßig noch geringen Anteils des in den Kreislauf überzuführenden Chylus durch die noch kleine Parasitenlarve, vorerst eine vermehrte Nahrungsaufnahme der Wirtslarve eintritt. Mit fortschreitendem Wachstum der Parasitenlarve und damit immer mehr gesteigertem Entzug an Körpersäften, kann die *Tetropium*-Larve nicht mehr der nun doppelten Anforderung gerecht werden. Mit der größer gewordenen Parasitenlarve macht sich ein Schwächezustand der Wirtslarve bemerkbar, der sich in ihrer verminderten Reaktionsfähigkeit, allgemeiner Trägheit und zuletzt in Herabminderung des Aktionsradius äußert; manchmal bleiben parasitierte Larven auch im Größenwachstum zurück.

Weiterhin macht sich mit dem Größenwachstum der Parasitenlarve, die nun einen Großteil der Leibeshöhle ausfüllt, eine Verlagerung der Organe (Darm) der Wirtslarve bemerkbar. Die Parasitenlarve lebt größer geworden von der Körperflüssigkeit der Wirtslarve; vollwüchsig geworden frißt sie sich, meist in der Gegend der Brustringe, mitunter auch beim ersten Hinterleibsring, aus der Wirtslarve heraus, um sich neben deren Resten in einem Kokon zu verpuppen.

Die endlich allgemeine Entkräftung der durch *H. aequator* parasitierten Wirtslarve macht sich zum Schluß in der Anlage der Puppenwiege bemerkbar. Meist kommt es noch zur Anlage der Puppenwiege, doch ist die Wirtslarve derart geschwächt, daß sie nicht mehr imstande ist, die Puppenwiege tief in dem Holzkörper anzulegen; sondern mehr oder weniger knapp unter der Oberfläche. Der Radialarm, der zur Puppenwiege führt wird kurz, oft liegt die Puppenwiege nur 2—3 mm (höchstens 2 cm) im Holzkörper. Durch diese Herabminderung des Aktionsradius der durch *H. aequator* parasitierten *Tetropium*-Larve, wird die Größe des technischen Schadens herabgemindert.

Die Verpuppung von *H. aequator* erfolgt in der Regel in der bereits vollkommen fertiggestellten Puppenwiege der Wirte (*T. Gabrieli* und *T. fuscum*). Die Wirtslarve wird demnach im Präpupialstadium von der *aequator*-Larve verlassen. Am Ende des Hakenganges d. h. der Puppenwiege fertigt die Parasitenlarve ihren Gespinstkokon an. Der *H. aequator*-Kokon ist sehr schwer, oft kaum von gewissen *Xylonomus*-Kokons (z. B. *X. brachylabris*) zu unterscheiden. Diese Unterscheidung wird auch noch wesentlich durch ein gewisses Variieren der Kokons erschwert. Der *H. aequator*-Kokon (Abb. 16 b, c) füllt die Puppenwiege bis etwas unter den, von der Wirtslarve angefertigten Verschlußpfropf aus Nagespänen mehr oder weniger ganz an. Er ist völlig matt, weißlich hyalin, hat in der Regel eine rauhe Oberfläche; die Rauhigkeit ist durch hervorstehende Gespinstfäden erzeugt. Oft tritt aber diese Rauhigkeit zurück und wenn nun noch die Farbe etwas ins gelbliche spielt, kann eine Verwechslung ersterenfalls mit gewissen *Xylonomus*, letzterenfalls mit sehr hellen *Pyracmon*-kokons leicht platzgreifen. Ratzeburg hat auch in Band II der „Ichneumonen der Forstinsekten" auf die große Ähnlichkeit des *H. aequator*-kokons mit denen der *Xylonomus*-Arten hingewiesen.

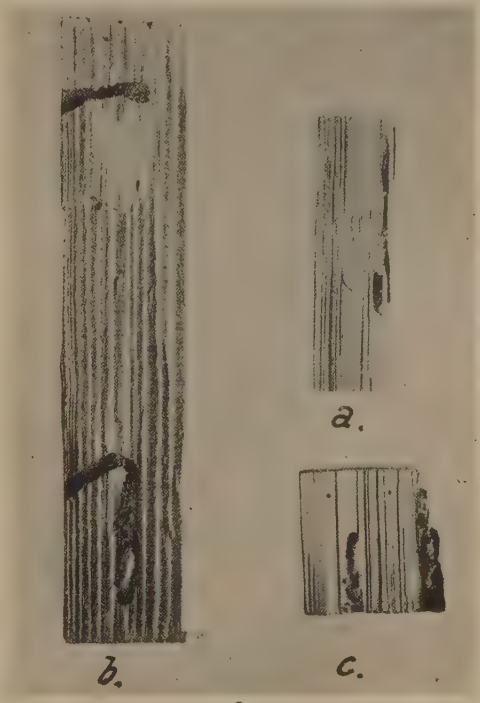



Abb. 16. *b* u. *c Helcon aequator*.
Kokon in der Puppenwiege des Käfers.

Die Lage der Parasitenlarve im Kokon ist mit dem Kopf der Ausgangsöffnung zugekehrt. Ist ein Umdrehen vor der Verpuppung nicht erfolgt, so kann die fertige Schlupfwespe die Puppenwiege nicht verlassen, wie vorgefundene verendete Tiere bezeugen.

Das Schlüpfen erfolgt durch ein zerfranstes Loch an der Spitze des Kokons. Das fertige Tier muß, wie alle in Holzbewohnern zur Entwicklung gelangenden Parasiten durch die starke Borke sich den Weg ins Freie nagen; daher auch der kräftige kubische Kopf dieser Tiere, der zur Be-

herbergung einer starken und leistungsfähigen Kaumuskulatur erforderlich ist. Beim Durchnagen sehr dicker Borke verenden manchmal einige Parasiten.

*H. aequator* erfuhr als der häufigste und somit auch wirksamste Parasit eine eingehendere Behandlung. Die Flugzeit dieses Parasiten ist, wie dem Graphikon entnommen werden kann, eng angepaßt der seiner Wirte *T. Gabrieli* und *T. fuscum*. Die Schwärmzeit erstreckte sich von Anfang Mai bis Anfang Juni mit Kulmination vom 8.—20. Mai. Also später als alle anderen, weniger wirksamen Parasiten. Es dürfte allgemein derjenige Parasit, welcher zuletzt schwärmt, dem Wirt am besten angepaßt und somit auch der wirksamste sein. Dem später schwärmenden Parasiten liegt bereits genügend entsprechendes artgewohntes Material zur Eiablage vor; anders bei den früher schwärmenden Parasiten, ihre Eiablage wird sich daher auf verschiedene Wirte erstrecken.

Auch bei anderen speziellen Biozönosen verhält sich dies so. So war bei der Kiefernspannerkalamität in Galizien, nach Hofrat Prof. M. Seitner, der zuletztschwärmende Parasit *Anomalon biguttatum* Grav. auch der wirksamste!

Ein Unterschied im Zeitpunkt des Schlüpfens zwischen Männchen und Weibchen ergab sich nicht.

*Helcon aequator* überwog mit seinem Anteil von 32% des gesamten Parasitierungsprozentes alle anderen Parasiten; er scheint den *Tetropium*-Arten besonders angepaßt zu sein.

Überwinterung in der Regel als Larve im Wirt.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt; *Tetropium castaneum* (Ratzeburg). *Callidium violaceum* Lin. (Elliot und Morley).

## β) Ichneumonidae.

*Pimplinae.*

### a) Ephialtes planifrons Thoms. (Abb. 17.)

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Ephialtes planifrons* | C. G. Thomson | 1877. | Op. Ent. VIII. |
| „ „ | | 1895. | „ „ XIX. |
| „ „ | Schmiedeknecht | 1907. | Op. Ichn. XV. |

Schwarz. Beine rotgelb nur die Hinterschenkel an der Spitze angedunkelt, die Hinterschienen an der Außenseite und zur Spitze sowie die Hintertarsen dunkelbraun.

Kopf breiter als lang; Stirn über den Fühlern etwas eingedrückt; glatt glänzend. Gesicht matt, punktiert, etwas weißlich behaart. Fühler schwarz; Fühlerschaft tief ausgeschnitten. Taster gelb. Zwischenraum zwischen den Augen und der Basis der nichtgestreiften Mandibeln deutlich. Parapsidenfurchen nicht über das erste Drittel des Mesonotums hinausgehend. Hinterleib gestreckt, matt, stark lederartig punktiert. Segment 1 konisch, vorne mit zwei scharfen — nach vorn divergierenden Kielen, die sich rückwärts in einen flachen Grat vereinigen. Segment 2 länger als breit, von der Mitte des Vorderrandes jederseits ein seitlicher nach rückwärts verlaufender bogiger Eindruck (winkelig). Segment 3 bis 5 quadratisch mit stärkeren Höckern. Flügel hyalin. Stigma breit, an der Basis kurz, hell; Nervellus in der Mitte gebrochen. Das letzte

Tarsenglied der Hintertarsen doppelt so lang als das vorhergehende. Bohrer von Körperlänge; Bohrerklappen kurz behaart. 13 bis 15 mm lang.

Vorkommen: Von Thomson nach schwedischen Tieren beschrieben. Schmiedeknecht erhielt verschiedene ♀ aus Thüringen.

Wirte bisher unbekannt.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum* in Fichte. Südmähren. Geschlüpft Anfang Mai. Ferner zog ich diesen Parasiten aus Larven der als selten bezeichneten *Saperda punctata.*

Abb. 17. *Ephialtes planifrons.*

Abb. 18. *Rhyssa persuasoria* L. ♂.

*Saperda punctata* trat in den von der Graphiose *(Graphium ulmi* Sch.) befallenen Ulmen im Prater bei Wien sehr häufig auf, war da keineswegs selten.

### b) Rhyssa persuasoria L. (Abb. 18.)

*Ichneumon persuasorius* Linné 1758 Syst. nat. X.
*Pimpla persuasoria* Fabricius 1804, Syst. Piez.
*Rhyssa* „ Gravenhorst 1829, Ich. Eur. III.
„ „ Ratzeburg 1848, S. d. F. J.
„ „ Holmgren 1860, Pimpl.
„ „ Taschenberg 1863, Z. f. d. g. N XXI.
„ „ Schmiedeknecht 1907, Op. Ichn. XV.

Schwarz, zuweilen ins Braune spielend. Beine gelb bis rötlichgelb; Hinterschienen und Hintertarsen angedunkelt; Hüften zuweilen dunkelfleckig. Thorax mit ± ausgedehnter weißer Zeichnung, bei großen Exemplaren tritt sie am reichsten auf, namentlich an den Brustseiten.

Kopf breiter als lang, hinter den Augen erweitert. Stirn über den Fühlern eingedrückt. Beim ♀ nur die Augenränder, beim ♂ auch das Gesicht weißlichgelb. Taster gelb. Thorax länger als hoch. Mesonotum dreiteilig; der mittlere Teil stark gebuckelt, stark querrunzelig; Schildchen mit Spuren von Querrunzeln; Metathorax ziemlich glänzend fein runzelig punktiert, in der Mitte mit 2 Längsstreifen in der Vorderhälfte, die eine Längsfurche begrenzen. Segment 1 mit 2 nach rückwärts verflachenden Längsstreifen,

in der Regel mit weißem Endrand (oft fehlend!); die folgenden Segmente beiderseits mit 2 weißen Flecken. Vorderhälfte der ♀ Segmente matt, Hinterhälfte glänzend. — Stigma braun; Flügel leicht getrübt.

Größe sehr wechselnd, kann bis 30 mm erreichen.

Lebensweise: Dieser in ganz Europa und in Nordamerika vorkommende Parasit von weltweiter Verbreitung lebt parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabriele* Weise. Überwinterung zum Großteil als Larve im Kokon, in der Puppenwiege des Wirtes. Die vollwüchsige *R. persuasoria-*

Abb. 19. *Rhyssa persuasoria* L. Kokon in der Puppenwiege des Käfers (s. auch Abb. 16 *a*).

Larve verläßt die Wirtslarve im Präpupialstadium in der Puppenwiege. Kokon leicht gelblich, schwach glänzend.

Auch bei den durch diesen Parasiten befallenen *Tetropium*-Larven macht sich eine Verringerung des Aktionsradius der Wirtslarve bemerkbar. Ähnlich wie bei *Helcon aequator*; dahingehend daß die Puppenwiege von den parasitierten Larven nicht tief in den Hölzkörper, sondern knapp unter der Oberfläche, in manchen Fällen nur 1 mm unter dieser angelegt wird. (Abb. 19 und Abb. 16 a.)

Schwärmzeit Ende April, Anfang Mai. Ich erhielt nur ♂♂.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt:

*Sirex gigas* (Schmiedeknecht, Bignell).
*Xeris spectrum* (Ratzeburg).
*Paururus juvencus* (Schmiedeknecht).
*Serropalpus* (Fiske, Erné).
*Monochammus scutellator* } Provancher.
„ *confusor* }

In dem neueren amerikanischen Schrifttum findet sich eine Notiz über *Rhyssa lineolata* Kirby, wohl *Rhyssa lineolata* Kriechbaumer, denn der Autorname Kirby dürfte von Blackman und Stage angewendet worden sein, weil die 1837 von Kirby beschriebene *Cryptocentrum lineolatum* Kirby (Fauna bor. Amer. IV. 1837 S. 260) mit *Rhyssa lineolata* Kriechbaumer (1887!) identisch sein dürfte! Im weiteren Text heißt es dann aber *Rhyssa (persuasoria) lineolata*. Als Wirte werden von dieser, unserer *R. persuasoria* sehr nahe stehenden Art angegeben: *Sirex spectrum*, *Sirex cyaneus*, *Monochammus*, weiter wurde sie von den beiden Autoren aus *Phymatodes dimidiatus* Kirby, der in der amerikanischen Lärche *(Larix laricinia* Koch) eine ähnliche Rolle spielt wie *Tetropium Gabrieli* in unserer Lärche, gezogen.

Es wurde dies deshalb angeführt weil *Rhyssa* in Europa und in den U. S. A. bisher noch nicht aus *Coleopteren* gezogen wurde, sondern nur in Kanada.

Das Auftreten von *R. persuasoria* in *T. Gabrieli* ist das erste in Europa festgestellte Vorkommen dieser Art als Bockkäferparasit.

### c) Clistopyga sauberi Brauns.

*Clystopyga sauberi* Brauns 1898, Arcl. V. F. N. Mekl.
„ „ Schmiedekn. 1907, Opuscul. Ichn. XV.

„Schwarz; Fühler, Palpen und Beine fast ganz rot, ebenso die Endhälften der unteren Analplatte. Fühler kurz; Kopf und Thorax nur schwach und zerstreut punktiert."

Kopf quer, nicht aufgetrieben, Stirn fast eben. Augen stark vortretend. Taster hellbraun. Fühlergeißel 21gliedrig rot, oben dunkler. Beine rot, Hüften an der Basis geschwärzt; Hinterschienen vor der Basis und im Enddrittel dunkler und unterhalb des gewöhnlichen Basisfleckes mit der Andeutung eines gelblichen Ringes, Tarsen dunkel. Mesonotum deutlich dreilappig.

Radialzelle lanzettförmig. Areola fehlt. Nervellus gebrochen. Erstes Segment etwas länger als breit; die mittleren Segmente quadratisch, mit schwachen Seitenhöckern. Das letzte Bauchsegment bildet eine lange fast bis zur Spitze reichende Afterdecke, von welcher die Basis des Bohrers verdeckt ist. Bohrer etwas kürzer als der halbe Hinterleib, leicht nach oben gebogen. Länge 7 bis 9 mm.

Schmiedeknecht gibt als Fundorte dieses seltenen Tieres Hamburg und Schwerin an.

Wirte bisher unbekannt.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. (Südmähren.)

### d) Xylonomus sp.? nahe praecatorius F.

Von einer Beschreibung des Tieres wird Abstand genommen, da sie zu einem späteren Zeitpunkt von anderer Seite erfolgen wird. Es sei hier nur eine kurze allgemeine Charakteristik gegeben.

Schwarz. Beine rotgelb, Hinterschienen mit Ausnahme der Basis dunkelbraun, Hintertarsen dunkelbraun. Die hinteren Trochanteren teilweise angedunkelt. Kopf breiter als lang, glänzend, schwarz, hinten schmal rot. Gesicht, innere Augenränder weißgelb. Thorax punktiert, mattglänzend. Metanotum fünffeldrig. Hinterleib punktiert, matt. Segment 1 mit 2 feinen Längskielen; etwas eingeschnürt; etwa 3mal so lang als breit. Segment 2 länger als breit. Segment 3 kaum länger als breit. Stigma an der Basis weiß Länge 11 mm.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum*. Überwinterung als Larve im Kokon. Geschlüpft Anfang Mai. Südmähren.

Von dem nahestehenden *praecatorius* sind als Wirte im Schrifttum bekannt: *Callidium sanguineum* Lin., *Callidium variabile* Lin., *Saperda scalaris* Lin. (Elliot und Morley.)

### e) Xylonomus brachylabris Kriechb. (Abb. 20.)

*Xylonomus brachylabris* Kriechbaumer 1889, Ent. Nachr. XV.
„ *ater* Ratzeburg, Ichn. d. F. J. II.
„ „ Holmgren 1860, Sv. v. Ak.
„ *brachylabris* Schmiedeknecht 1907, Op. Ich. XVII.

♀ Schwarz. Palpen hell, Clypeus rötlich, die inneren Augenränder und die Unterseite des Schaftes gelblichweiß. Scheitel meist braunrot gezeichnet. Beine rötlich, die vorderen Hüften und Trochanteren heller gelb. Die Hinterhüften und hinteren Trochanteren an der Basis schwärzlich. Die Hinterschienen mit Ausnahme der Basis und die Hintertarsen dunkelbraun. Vorderschienen stark aufgetrieben durchscheinend.

Abb. 20. *Xylonomus brachylabris* ♂, ♀ und Kokon.

Nervellus unter, selten in der Mitte gebrochen. Ohne Areola. Hinterleib matt. Bohrer aus einer Bauchspalte entspringend. Länge 8 bis 13 mm. Bohrer 8 bis 10 mm. Hinterleib 7 bis 8 mm.

♂ Gesicht, Clypeus, Schaft unten, Vorderhüften, Vordertrochanteren weißlichgelb. Schienen einfach. Hinterleib schmal. 8 bis 12 mm.

Vorkommen: Zerstreut im mittleren Europa.

Lebensweise: Parasitisch in den Larven von *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum*. Die *X. brachylabris*-Larve verläßt ihre Wirtslarve sowohl zwischen Rinde und Holz, als auch — allerdings seltener — erst in der Puppenwiege. Wenn das Verlassen der Wirtslarve zwischen Rinde und Holz erfolgt, so stets erst dann, wenn die Wirtslarve schon die ersten Anstalten zur Anfertigung einer Puppenwiege getroffen hat, was an der Form des Larvengangendes zu erkennen ist.

Der Kokon, der neben der toten Wirtslarve angefertigt wird, ist in der Regel weißlich (selten mit einem Stich ins Gelbe), völlig hyalin, durchscheinend und glänzend; nur an den beiden Polen durch vorstehende Gespinstfäden etwas rauh. (Abb. 20.) Das fertige Tier verläßt den Kokon an der Spitze.

Schwärmzeit: Ende April bis Anfang Mai und unter günstigen Klimaverhältnissen auch Mitte bis Ende August. ♀ und ♂ schlüpfen gleichzeitig. Geschlechtsverhältnis dürfte 1:1 sein.

1927 war die Generation einfach. 1928 ergab sich bei diesem Parasiten eine doppelte Generation, übereinstimmend mit der doppelten Generation des Wirtstieres.

Sowohl aus der Häufigkeit dieses Parasiten, wie auch aus dem Zustandekommen einer doppelten Generation übereinstimmend mit der des Wirtes, darf wohl mit Recht angenommen werden, daß *X. brachylabris* an die Lebensweise der *Tetropium*-Arten und ihre Anforderungen an die Umweltfaktoren besonders angepaßt ist und daher von biozönotischem Gesichtspunkt ganz besondere Beachtung verdient.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt: *Tetropium castaneum* (Ratzeburg). Ratzeburg hat auch die Ansicht ausgesprochen, daß er überdies in Kiefernbewohnern schmarozten dürfte.

### f) Xylonomus irrigator F.

*Ichneumon irrigator* Fabricius 1793. Ent. Syst.
*Bassus irrigator* Fabricius 1804, Syst. Piez.
*Xylonomus irrigator* Gravenhorst 1829, Ichn. Ew. III.
„ „ Holmgren 1860, Sv. vetak. H. III.
„ „ Taschenberg 1863, Z. f. d. g. N. XXI.
„ „ Thomson 1877, Op. Ent. VIII.
„ „ Schmiedeknecht 1907, Op. Ichn. XVII.

Schwarz. Schaft unten rostrot (mitunter auch dunkel); Fühlergeißel des ♀ mit weißem Ring. Flügel fast hyalin, in der Basis der Radialzelle eine kurze rauchige Trübung; Stigma braun, an der Basis breit, weißlich; Tegulä braun. Beine rot, Hüften, Trochanteren schwarz, alle Schenkel dunkelbraun, auch die Schienen zum Teil verdunkelt, doch die Vorderschienen meist heller. Hinterleib schwarz, jedoch Segment 1 und 2 oder 1 bis 3 ganz und 3 zur Hälfte rotbraun.

Runzelig punktiert, fast matt. Kopf nach hinten nicht erweitert. Fühler schlank, besonders beim ♂ dicht und fein behaart. Metathorax oben mit 5 vollständigen Feldern, hinten mit Seitendornen. Nervellus in der Mitte gebrochen. Die Beine kräftig. Segment 1 leicht gekrümmt, länger als die Hüften, hinter den Luftlöchern eingeschnürt und mit tiefem Eindruck; die beiden Längskiele reichen bis zum Ende, doch nach hinten schwächer werdend. Segment 2 quer (♀) oder etwas länger als breit (♂), beiderseits an der Basis mit Schrägeindruck. Bohrer etwas kürzer als der Hinterleib. Länge 10 bis 13 mm.

Vorkommen: Im größten Teil von Europa. Wirte bisher unbekannt.

Larvenbeschreibung: Die Larve (Abb. 4, Tafel III) ist hell gelbweißlich. Länge der vollwüchsigen, verpuppungsreifen Larve 10 bis 12 mm; größte Breite 3 mm. Die Form ist spindelförmig, d. h. in der Mitte am stärksten, nach beiden Enden konisch zulaufend; zwölfringig ohne Kopf und Aftersegment. Die Leibesringe von 4 bis zum drittletzten in der Horizontalen etwas verbreitert. Oberfläche sehr fein hautartig chagriniert. Auf der Oberseite eine feine in der Mitte vom zweiten bis zum vorletzten Leibesring

verlaufende Linie freilassend. Mundgerüst siehe Abb. 5, Tafel III. Mandibeln (Abb. 6, T. III) kräftig, stark chitinisiert, gegen die Basis noch 7 bis 8 Zähnchen, die etwas einwärts gebogen und schwächer chitinisiert sind. Anlagen der Labial- und Maxillarpalpen deutlich. In der Zone des Mundgerüstes sehr feine Tastbörstchen. Fühler eingliedrig.

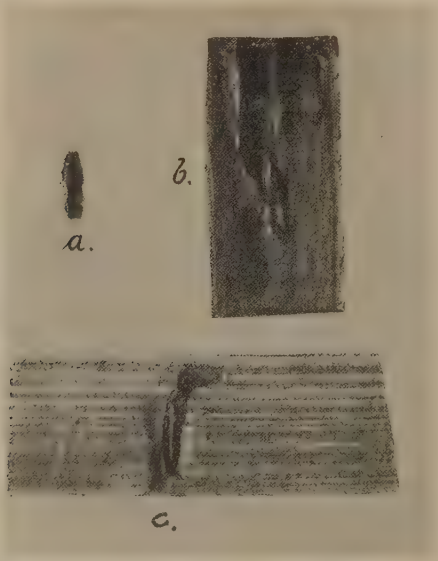



Abb. 21. *a* Kokon von *Xylonomus irrigator*. *b*, *c* Kokon von *Xorides collaris* Grav.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Form und Farbe des Kokons ähnlich dem von *Xorides collaris*, doch meist rauher, dunkler braun, und kürzer. (Abb. 21 a.) Die Kokonbildung geht stets zwischen Rinde und Holz vor sich.

### g) Xorides collaris Grav. (Abb. 22.)

*Xorides collaris* Gravenhorst 1829, Ich. Eur. III.
„ „ Holmgren 1860, Svensk. vet. ak. III.
„ „ Taschenberg 1863, Z. f. g. N. X.
„ „ Schmiedeknecht 1907, Op. Ich. XVII.

Den *Xylonomus*-Arten sehr ähnlich, wenigstens die Weibchen; doch ist der Kopf weniger kugelig. Areola fehlend wie bei diesen. Metathorax nicht gefeldert! Hinterleib glänzend.

♀ Kopf und Thorax fein runzelig punktiert; Hinterleib äußerst fein gerunzelt gegen das Ende mehr glatt. Schwarz, die inneren Augenränder, Rand des Prothorax und Tegulä weißlich. Fühlerbasis unten rötlich. Flügel kaum getrübt; Stigma gelblich. Beine rot, Hinterschienen, Hintertarsen schwärzlich, Hinterschenkel häufig angedunkelt. Die Einschnitte der vorderen Hinterleibssegmente in der Regel bleich. Länge 13 bis 19 mm. Bohrer 8 bis 10 mm.

♂ stimmt mit dem ♀ überein, jedoch der Hinterleib viel schmäler, länger und lackglänzend, glatt. Gesicht und Fühlerwurzel weißgelb. Vorderbeine mehr gelblich, Hinterschenkel zuweilen ganz verdunkelt. Länge 13 bis 24 mm.

Vorkommen: Nord- und Mitteleuropa.

Larvenbeschreibung. Die vollwüchsige verpuppungsreife Larve ist 11—14 mm lang; größte Breite in der Mitte 3 mm. Weiß mit einem geringfügigen Stich ins gelbliche (durchschimmernder Körperinhalt). Zwölfringig ohne Kopf und Aftersegment. Spindelförmig, aber nach rückwärts stärker verjüngt als nach vorne. Die einzelnen Leibesringe vom 5. bis 10. rückenseits etwas hochgewölbt. Matt, wenig glänzend, feinst hautartig chagriniert. Oberseits mit einer feinen, nicht chagrinierten Mittellinie vom 2. bis zum vorletzten Leibesring. Kopf kräftig. Aftersegment schmal, länger als breit; (Abb. 1, 2,

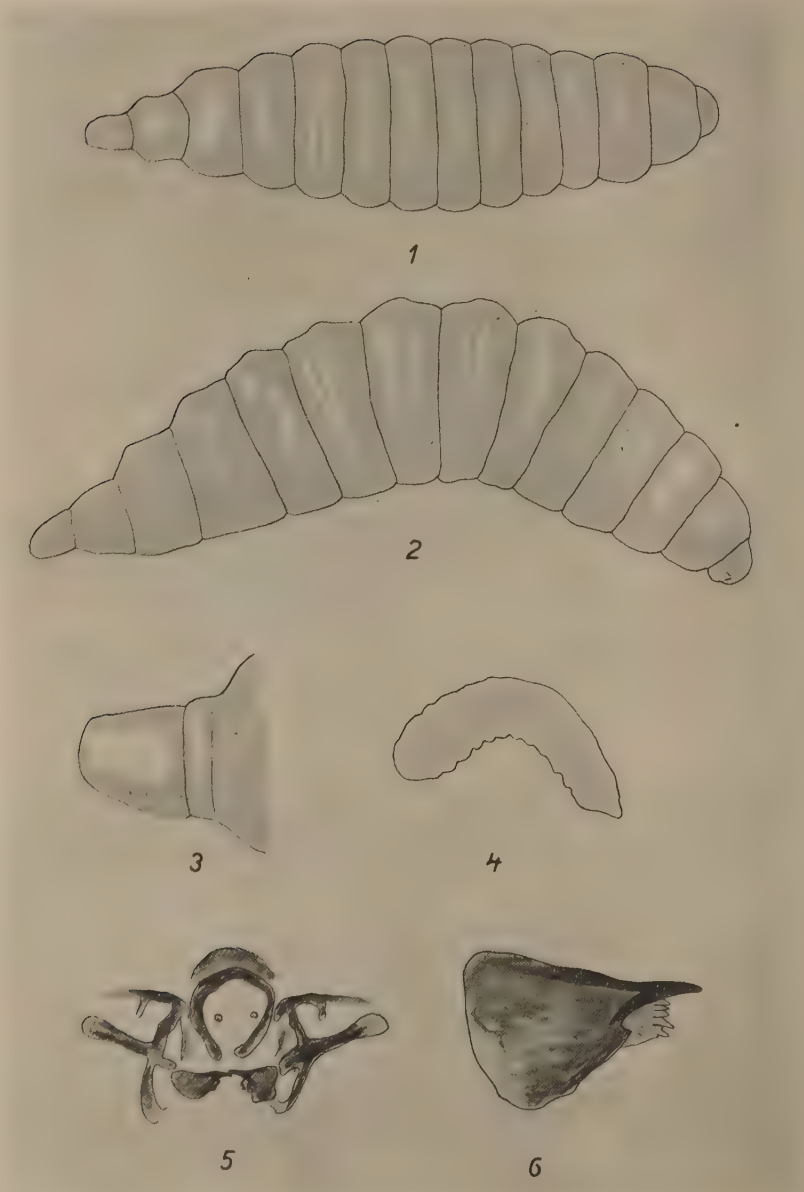
Abb. 22. *Xorides collaris* ♂, ♀.

3 in Tafel IV.) Besonders augenfällig bei Ansicht von oben (Abb. 1, 3, Tafel IV). Aftersegment an der Basis oft mit einer sehr feinen Querlinie. — Bei der Junglarve ist das Analsegment + spitzig ausgezogen (Abb. 4, Tafel IV).

Durch das lange und verhältnismäßig schmale Aftersegment unterscheidet sich die *Xorides collaris*-Larve von der sonst recht ähnlichen *Xylonomus irrigator*-Larve.

Mundgerüst: Abb. 5, Tafel IV. Die Mandibeln sind kräftig, stark chitinisiert, neben dem großen und kräftigen Mandibelhaken, noch 6—7 Zähnchen, von denen meist die mittleren oder die zwei vorletzten am größten und kräftigsten sind. Diese Zähnchen sind in der Regel gerade, nicht wie bei *Xylonomus irrigator* F. etwas einwärts gebogen. Abb. 6, Tafel IV.

Lebensweise: Die Larve lebt parasitisch in den Larven von *Tetropium Gabrieli* und *T. fuscum*. Die *X. collaris*-Larve erreicht in der Regel ihre Vollwüchsigkeit bevor noch die *Tetropium*-Larve die Puppenwiege oder auch den Eingang zu dieser angelegt hat. In der Regel stirbt also die Wirtslarve vor Erreichung ihrer Vollwüchsigkeit ab. Die Parasitenlarve nimmt ihren Weg in der Gegend der Brustringe der Wirtslarve ins Freie und fertigt ihren Kokon neben der Leiche an. Dieser Vorgang vollzieht sich in der Regel im Herbst. Die Überwinterung erfolgt daher im Kokon im Präpupialstadium.




Tafel IV.

*1* Vollwüchsige Larve von *Xorides collaris* Grav. von oben. *2* Dieselbe von der Seite. *3* Analende der *X. collaris*-Larve. *4* Jugendstadium der *X. collaris*-Larve. *5* Mundgerüst der vollwüchsigen Larve von *X. collaris*. *6* Mandibel derselben.

In einem einzigen Fall wurde der Kokon in der fertiggestellten *Tetropium*-Puppenwiege vorgefunden. Am häufigsten zwischen Rinde und Holz und zwar am Rindenkörper befestigt oder auch in der begonnenen Eingangsröhre zur Puppenwiege; in letzterem Fall war jedoch von der Wirtslarve in der Regel nur die Eingangsröhre aber nicht mehr die Puppenwiege angelegt worden. Abb. 21 b, c. Hier muß sich also die Parasitenlarve vor der Verpuppung umdrehen. Der Aktionsradius der Wirtslarve wird also besonders durch *X. collaris* bedeutend eingeschränkt. Die technische Schädlichkeit der *Tetropium*-Arten nimmt demnach mit steigendem Parasitierungsprozent durch *X. collaris* ab.

Der Kokon ist spindelförmig, in der Mitte am breitesten, nach den Enden konisch zulaufend; hell bis dunkelpechbraun (die Farbe wechselt), äußerlich mit hellgelben feinen Gespinstfäden behaftet, die sich an den beiden Enden dichter vorfinden und hier auch oft an die Unterlage befestigt sind.

Schwärmzeit: Ende April, Anfang Mai. Die Männchen erschienen einige Tage früher als die Weibchen. Die Geschlechter wurden in gleicher Zahl erhalten.

Aus dem Schrifttum sind bereis als Wirte bekannt: *Tetropium castaneum* (Ratzeburg) und *T. fuscum* (Schmiedeknecht).

* * *

Die Beschreibung der Pimplaarten erfolgte der Hauptsache nach nach Schmiedeknecht.

## *Ophioninae.*

### h) Campoplegini.

Eine hierhergehörige kleine Art wurde aus *Tetropium fuscum* erhalten.

### i) Pyracmon xoridiformis Hlgr. (Abb. 23.)

*Pyracmon xoridiformis* Holmgren. 1858.
„ *xoridoideus* Strobl. 1903.
„ *xoridiformis* Schmiedeknecht 1909.
„ „ Clément 1924.

„Kopf[1]) kubisch, hinten fast gerade abgeschnitten, hinter den Augen schwach erweitert, sehr fein und äußerst dicht skulpiert, bei starker Vergrößerung zerstreut stehende, sehr wenig auffällige Punkte in dicht chagriniertem Untergrunde erkennbar, ganz matt; unterer Mandibelzahn etwas größer als der obere; Clypeus flach, vom Gesichte nicht getrennt, matt auf der Scheibe mit einigen zerstreuten, gröberen Punkten; sein Vorderrand in eine kräftige, etwas erhabene Mittelspitze ausgezogen; Kopfschildgruben flach und verwischt; Gesicht flach, ein Mittelhöcker kaum erkennbar, im matt chagrinierten Untergrunde etwas kräftiger punktiert als der übrige Kopf; Wangenanhang lang; Scheitel sehr lang. Mesonotum sehr fein chagriniert und äußerst fein und dicht punktiert, fast matt; Spekulum klein, schwach poliert und schwach glänzend, bei starker Vergrößerung eine äußerst feine Längsriefung erkennbar; Metathorax schwach gefeldert; area basalis

[1]) Beschreibung nach Clément.

lang und schmal, flach; area superomedia pentagonal, hinten nicht geschlossen und in die gut umleistete area petiolaris übergehend; costula und costa lateralis ganz oder fast ganz fehlend; Luftlöcher kreisrund. Hinterleib durch den starken Glanz seiner hinteren Tergite auffallend; Tergit 1, 2 und das Vorderdrittel von 3 nicht skulptiert, schwach

Abb. 23. *Pyracmon zoridiformis* ♂, ♀.

glänzend; die zwei Hinterdrittel von 3 sowie die folgenden Tergite stark glänzend, fast poliert, selbst bei starker Vergrößerung keine erkennbare Skulptur zeigend, nur mit äußerst feinen zerstreuten Punkten versehen; Tergit 1 mehr als dreimal so lang als am Hinterrande breit, am Grunde schwach grubig vertieft; sein Hinterrand breit poliert und glänzend; Bohrer des ♀ zwei Drittel so lang wie der Hinterleib. Flügel: Areola wechselnd zuweilen schwach pentagonal, zuweilen kurz gestielt, den rücklaufenden Nerv kurz vor dem, zuweilen fast im Außenwinkel aufnehmend; Nervellus tief unten gebrochen, sehr stark antefurkal, einen kräftigen Nerv aussendend. Schwarz, grau behaart; beim ♀ Palpen blaßgelb; Mandibeln blaßgelb mit dunkleren Zähnen; Vorderrand des Clypeus und Wangenecken ziemlich breit rotbraun, Hüften I ganz rot bis rotbraun, Hüften II an der Spitze breit, Hüften III an der Spitze schmal rotbraun. Der Rest aller Beine rotbraun, Knie und Schienen III mit ihren Spitzen mehr oder weniger schwarzbraun. Beim ♂ Palpen, Unterseite des Fühlerschaftes, Mandibeln mit Ausnahme der schwarzbraunen Spitzen, Kopfschild mit Ausnahme des rötlichen Vorderrandes, Gesicht mit kurzer, über die Fühlerwurzel nach oben hinaufreichender innerer Augenlinie und breites unteres Wangenende zitronengelb, in der Gesichtsmitte eine schwarzbraune Strieme, die zwischen den Fühlern schmal beginnt, dann 2mal buchtig erweitert ist und eine ungefähr glockenförmige Gestalt hat; Prosternum über den Vorderhüften gelbbraun gefleckt; Hüften I und II mit ihren Trochanteren und Trochantellen zitronengelb, der Rest der Beine rot; Knie und Schienen III mit ihren Tarsen mehr oder weniger schwarzbraun. Bei beiden Geschlechtern Tegulae hellgelb Geäder und Stigma hellbraun. Länge 11—13 mm, Bohrer 5 mm".

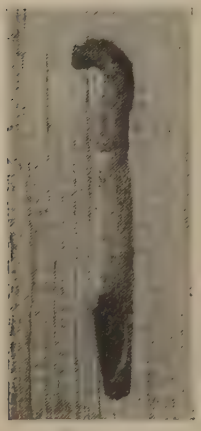


Abb. 24. Kokon von *Pyracmon zoridiformis*.

Vorkommen: Mitteleuropa.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum*. Das Auftreten war ein häufiges! Die Larve verläßt das Präpupialstadium

der Wirtslarve in der Puppenwiege, wo auch der Kokon zu finden ist. Der Kokon (Abb. 24) ist gelb, glänzend, mit spärlichen Gespinstfäden auf der Außenseite. Er unterscheidet sich von manchen ähnlichen *Xylonomus*-Kokons durch ein dunkleres Gelb und einen stärkeren Glanz.[1]) Schwärmzeit Anfang bis Ende Mai. Männchen seltener als die Weibchen.

### j) Pyracmon xoridoideus Strobl.

*Pyracmon xoridoideus* Strobl 1903
„ „ Clément 1924.

Das ♀ unterscheidet sich von der vorigen Art durch den matten, zwischen den Punkten deutlich skulptierten Hinterleib. Schenkel III rot. Metathorax unvollständig gefeldert, costa lateralis fehlend; costula meistens ganz fehlend oder nur am Beginn schwach angedeutet. Bohrer länger als der halbe Hinterleib.

♂ Stigma schwarzbraun; Gesicht entweder ganz gelb oder nur mit kleinem dunklen Fleck unterhalb der Fühler; Tergit 3 und folgende matt, bei starker Vergrößerung zwischen den Punkten deutlich skulptiert.

Länge: ♂ 10—12 mm, ♀ 9—11 mm, Bohrer 3 mm.

Vorkommen: Mitteleuropa.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum*. Alles übrige wie bei *P. xoridiformis*. Geschwärmt: Ende April, Anfang Mai. — Wirte bisher nicht bekannt.

### k) Pyracmon lucidus Clément.

*Pyracmon austriacus* Strobl (nec Tschek) 1903.
„ „ *lucidus* Clément 1924.

Zur Untersuchung von den beiden vorhergehenden Arten sei angegeben:

♀ Clypeus im Vorderteil auffallend glatt und glänzend; selbst bei stärkster Vergrößerung zwischen den Punkten nur eine äußerst feine Retikulation zeigend; Spirakeln des Methatorax rundlich oval.

♂ Gesicht ganz schwarz ohne gelbe Längstreifen unter der Fühlerbasis, sonst wie beim Weibchen.

Charakteristisch ist der starke Glanz des Hinterkopfes und des Mesonotums wie des Kopfschildes.

Länge: ♂ 11—14 mm, ♀ 10—14 mm, Bohrer 4,5—6 mm.

Vorkommen: Bisher vorwiegend aus den Alpen bekannt. — Wirte unbekannt.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Sonst übereinstimmend mit der der beiden vorangehenden Arten; jedoch seltener. Geschwärmt Anfang Mai.

* * *

Im fachlichen Schrifttum ist noch als Parasit von *Tetropium*: *Aspigonus contractus* Rtzbg. angegeben (Escherich). Diese Art habe ich leider nicht erhalten und konnte sie auch nicht beobachten.

[1]) Der *X. brachylabris*-Kokon ist hyalin, glänzend, und nie so tiefgelb wie der Pyracmon-Kokon.

**Zusammenfassung der Beobachtungsergebnisse rücksichtlich der Parasiten und die praktischen Folgerungen, wie ihre Handhabung.**

Wie in den Ausführungen über die einzelnen Parasitenarten dargelegt wurde, war die Häufigkeit der einzelnen Arten eine verschiedene. Diejenigen Arten, welche am häufigsten auftreten, wie an erster Stelle *Helcon aequator* Nees, dann *Pyracmon xoridiformis* Hlgr., *Xorides collaris* Grav. und *Xylonomus brachylabris* Kriechb., endlich auch noch *Rhyssa persuasoria* L., und jene, welche die doppelte Generation mit *Tetropium* mitmachen wie *Xylonomus brachylabris* erscheinen als die Wirksamsten und zum Teil auch der Lebensweise des Wirtes besonders angepaßt, daher für die praktische biologische Bekämpfung auch von besonderer Bedeutung.

Hinsichtlich der Wirksamkeit der einzelnen Parasiten muß in der Betrachtungsweise naturnotwendig eine Trennung vorgenommen werden, beziehungsweise eine Wertung der Wirksamkeit von verschiedenen Gesichtspunkten aus erfolgen.

Die Wirksamkeit eines Parasiten steigt natürlich mit seiner Häufigkeit als Schmarotzer eines bestimmten Wirtes. Je höher der Anteil eines Parasiten an dem Gesamtparasitierungsprozent ist, desto bedeutungsvoller, desto wirksamer ist er; desto größer ist sein Wirkungswert, der sich in der Herabminderung der Nachkommenschaft ausdrückt.

Die Häufigkeit eines Parasiten steht, wie bereits gezeigt wurde, in einem Abhängigkeitsverhältnis von der Schwärmzeit. Diejenigen Parasiten sind im allgemeinen die häufigsten, deren Schwärmzeit in der Mitte des zweiten Drittel oder knapp vor der Mitte der Schwärmzeit des Wirtes ihre größte Dichte haben, oder deren Schwärmzeit zeitlich mit der des Wirtes übereinstimmt. Die am Beginn der Schwärmzeit des Wirtes schlüpfenden Parasiten sind in der Regel weniger häufig, weniger den Lebenserscheinungen des Wirtes angepaßt.

Mit Rücksicht auf die Häufigkeit läßt sich für unsere beiden *Tetropium*-Arten eine Wirksamkeitsreihe mit dem häufigsten Parasiten an der Spitze aufstellen:

1. *Helcon aequator* Nees
2. *Pyracmon xoridiformis* Hlgr.
3. *Xorides collaris* Grav.
4. *Xylonomus brachylabris* Kriechb.
5. *Rhyssa persuasoria* L.
6. *Xylonomus irrigator* F.
7. *Atanycolus denigrator* L.
8. *Pyracmon xoridoideus* Strobl
9. *Atanycolus Neesi* Marsh.
10. *Xylonomus sp?*
11. *Atanycolus sculpturatus* Thoms.
12. *Pyracmon lucidus* Clément
13. *Doryctes obliteratus* Nees
14. *Clistopyga sauberi* Brauns
15. *Atanycolus initiator* Nees
16. *Ephialtes planifrons* Thoms.
17. *Campoplegini* Gen? sp?

Nachstehend soll eine Tabelle den gesamten Wirkungswert erkennen lassen, den die steigende Parasitierung — ihre praktische Beeinflussung ist später behandelt — in ihrer Gänze bewirkt hat. Es wird zu

diesem Zwecke in der folgenden Tabelle die ungehemmte Vermehrung des Käfers der durch die Gesamtparasitenwirkung gehemmten Vermehrung gegenübergestellt; es finden hierbei die Parasitierungsdurchschnittsdaten des Wirtschaftsganzen von Slavetic Anwendung. Hierbei wird das Geschlechtsverhältnis 1 : 1, weiter die Ablage von durchschnittlich 80 Eiern je *Tetropium*-Weibchen zugrunde gelegt; weiter wird noch angenommen daß weibliche und männliche Larven in gleichem Verhältnis parasitiert wurden.

| | Periode | Ungehemmte Vermehrung: Es sind vorhanden Larven ♀+♂ | Ungehemmte Vermehrung: Es schreiten zur Eiablage ♀ | Ungehemmte Vermehrung: Nachkommenschaft ♀+♂ | Durch Parasitenwirkung gehemmte Vermehrung: Es sind vorhanden Larven ♀+♂ | Davon parasitiert ♀+♂ | Es schreiten zur Eiablage ♀ | Nachkommenschaft ♀+♂ | Absoluter Wirkungswert | Wirkungsprozent |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 1926/27 | 100 | 50 | 4 000 | 100 | 20 % | 40 | 3 200 | 800 | 20 |
| II. | 1927/28 | 4 000 | 2 000 | 160 000 | 3 200 | 51 % | 748 | 48 920 | 111 080 | 69 |
| III. | 1928/29 | 160 000 | 80 000 | *6 400 000* | 48 920 | 75 % | 6 365 | *509 200* | *5 890 800* | 92 |

Es wurde hierbei von 100 Larven ausgegangen. Räuber und sonstige vermehrungshemmende Einflüsse wurden nicht berücksichtigt.

Der Wirkungswert gibt die Zahl an, um welche die Nachkommenschaft durch das Parasitierungsprozent der Muttergeneration herabgemindert wurde. Das Wirkungsprozent gibt den Hundertsatz an, um den die Masse der Nachkommenschaft durch die Parasitierung geringer ist, als wenn die Vermehrung ohne parasitäre Hemmung erfolgt wäre.

Die Zahlen der Tabelle sprechen deutlich für den großen Wert der Parasitierung. Siehe auch die graphische Darstellung Abb. 25.

Die Überlegung erfolgte unter Zugrundelegung einfacher Generation. Wird aber nun, wie dies 1928 der Fall war, nur für ein Jahr (in der Zeit von 1926—1929) doppelte Generation gebildet, so ergibt dies unter der Annahme, daß 1928 nur 50 % zur doppelten Generation schritten, für das Frühjahr 1929 bei ungehemmter Entwicklung einen Käferstand von 3 280 000 (gegenüber 160 000!)! Aus diesen Zahlen, welche die große Bedeutung einer doppelten Generation des Käfers erkennen lassen, erhellt aber auch die steigende Bedeutung der Parasitierung mit der Zahl der Generationen des Wirtes.

Während die oben besprochene Wirksamkeit der Parasiten sich in der Herabminderung der Nachkommenschaft ausdrückt, also in der Zukunft sichtlich zur Auswirkung gelangt, kann bei den auch technischen Schädlingen, wie unseren *Tetropium*-Arten, noch eine zweite gleichzeitige Wirkung in der Gegenwart sich bemerkbar machen und zwar durch Verringerung bezw. auch Ausschaltung des technischen Schadens.

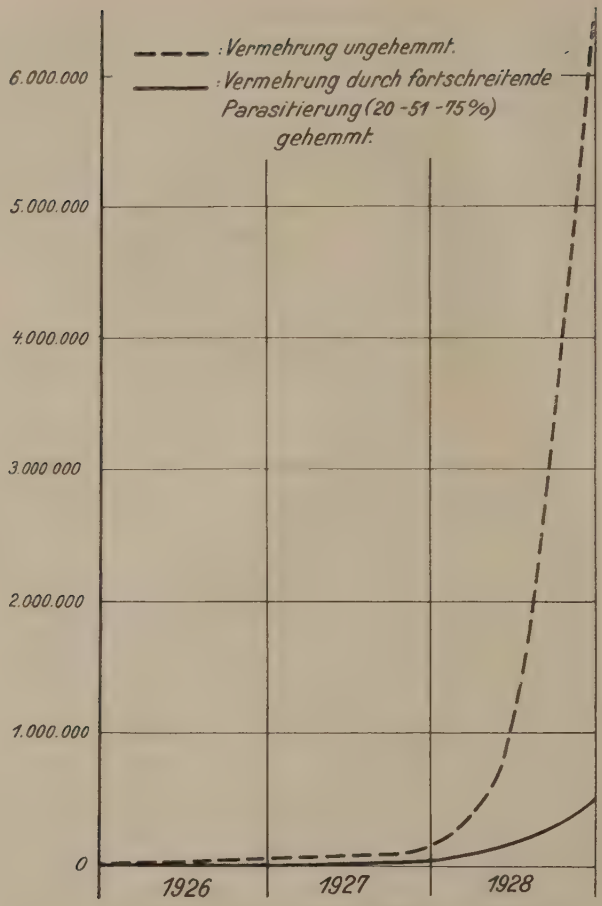



Abb. 25. Wirkung der Parasitierung durch Verminderung der Nachkommenschaft.

Wie bei Besprechung der Lebensweise der einzelnen Parasiten betont wurde, verlassen manche die *Tetropium*-Larve noch zwischen Rinde und Holz, andere während des Beginnes der Anlage des Hakenganges und endlich einige in der Puppenwiege. Bei allen drei Formen wird der Aktionsradius der Wirtslarve herabgemindert, nur der Grad der Herabminderung ist verschieden und seinerseits abhängig von der Entwicklungsgeschwindigkeit der Parasitenlarve.

Im allgemeinen lassen sich folgende drei Gruppen unterscheiden:

### Gruppe A.

Der Hakengang wird überhaupt nicht angelegt. Die Parasitenlarve verläßt die Wirtslarve meist zwischen Rinde und Holz. Eine technische

Schädigung des befallenen Stammes unterbleibt meist gänzlich, wenn die *Tetropium*-Larve befallen ist von:

*Atanycolus Neesi* Marsh.
„ *sculpturatus* Thoms.
„ *denigrator* L.
„ *initiator* Nees
*Doryctes obliteratus* Nees.

Teilweise verhalten sich noch nach Gruppe A:

*Xorides collaris* Grav.
*Xylonomus brachylabris* Kriechb.
„ *sp.*
„ *irrigator* F.

Gruppe B.

Der Hakengang wird nur begonnen, nicht vollendet.

*Xorides collaris* Grav.

Gruppe C.

Die Puppenwiege wird ihrer Gänze nach wohl noch angelegt; doch ist der Aktionsradius der Wirtslarve derart herabgemindert, daß die Puppenwiege nur wenig tief im Holzkörper liegt, bei der Sägeware meist nach in den normalen Abfall fällt:

*Helcon aequator* Nees
*Rhyssa persuasoria* L.
*Xylonomus brachylabris* Kriechb. (siehe A).
„ *sp?*
*Pyracmon lucidus* Clément
„ *xoridiformis* Hllgr.
„ *xoridoidens* Strobl,

zum Teile auch

*Xylonomus irrigator* (selten, meist nach A.).

Diese drei Formen mindern also die technische Schädlichkeit in verschiedenem Grad herab. Wirkungsgruppe A schaltet sie völlig aus, Gruppe B teilweise und Gruppe C mindert sie in erträgliche Grenzen herab und zwar praktisch so weit, daß bei Sägeblochen die Puppenwiegen bereits in den normalen Abfall kommen, was bei Puppenwiegen gesunder *Tetropium*-Larven keineswegs der Fall ist.

Mit dem Parasitierungsprozent steigt somit bereits in der Gegenwart die Herabminderung des technischen Schadens!

Bei den drei Gruppen ergeben sich auch Abweichungen und Übergänge; so besonders bei *X. collaris*, der zu etwa 60 % die Wirtslarve zwischen Rinde und Holz verläßt, zu etwa 40 % sich nach Gruppe B verhält.

Für das verschiedene Verhalten der Parasiten in dieser Richtung kann ihr früheres oder späteres Schwärmen kaum verantwortlich gemacht

werden, wie z. B. *Rhyssa persuasoria* beweist! Jedenfalls ist das Maß der Herabminderung des technischen Schadens von der Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Parasitenarten abhängig. Demnach sind in den einzelnen Gruppen A, B und C Tiere mit annähernd gleicher Entwicklungsgeschwindigkeit zusammengefaßt.

Mit zunehmender Entwicklungsgeschwindigkeit der Parasitenlarve wird der Aktionsradius und der technische Schadensgrad der Wirtslarve herabgemindert.

* * *

Hand in Hand mit dem Studium der Biologie und der Lebensgemeinschaft wurde auch der Versuch einer **praktischen Durchführung biologischer Bekämpfung** unternommen.

Von Wichtigkeit für die biologische Bekämpfung ist die Kenntnis des Einflusses der äußeren Faktoren auf die Häufigkeit der Parasiten. Es mußte daher der Frage näher getreten werden: unter welchen Bestandesverhältnissen tritt das höchste Parasitierungsprozent auf? Im allgemeinen kann vorweg genommen werden, daß die Parasiten unter jenen Verhältnissen, die dem Wirt selbst zusagen, günstige Lebensbedingungen finden. Stämme, die nicht ständiger Besonnung oder ständigem Schatten ausgesetzt sind, werden bevorzugt. Die Verteilung am Stamm selbst ist aus den beiden Tabellen Seite 265 und 266 ersichtlich; demnach scheinen die Parasiten etwas höhere Kambialtemperaturen, als sie der größten Befallsdichte des Wirtes entsprechen, mitunter zu bevorzugen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Größe des Parasitierungsprozentes unter verschiedenartigen Bestandesverhältnissen ersichtlich; deutlich ergibt sich die Abhängigkeit des Parasitierungsprozentes vom Bestandesklima.

Gleichwie der Wirt selbst, so werden auch die Parasiten von der Kambialtemperatur beeinflußt, daher werden in weiterer Folge bereits die Eier von den Parasiten am häufigsten unter Verhältnissen abgelegt, die für die Brut günstig zu werden versprechen. Es muß hier angenommen werden, daß die eierlegenden Parasitenweibchen vorerst dem Duft, der von der im Abbau befindlichen Kambialzone herrührt, folgen, und dann erst die Suche nach den hier befindlichen Wirtslarven aufnehmen.

Aus der beigegebenen Tabelle ist ersichtlich, daß für die klimatischen Verhältnisse von Slavietitz i. J. 1928 in den beiden Extremen: tiefer Schatten am Grund der Schlucht in Abtlg. 23 und volle Sonne auf der Südexposition Abtlg. 25 g die geringste Parasitierung festgestellt werden konnte; die größte Parasitierung durchschnittlich in Beständen mit etwa „Halbschatten“ bis „$^2/_3$-Schatten“ auftrat. Weiter ist aus der Tabelle der Einfluß der Lage, des Kronenschlusses, der Holzartenmischung ersichtlich; es sei hier auf die bei der Generationsfrage behandelten Einflüsse des Bestandesklimas verwiesen. Auch die Neigung spielt eine Rolle; mit zunehmender Neigung wird bei gleicher Bestockung der Lichtgrad im Be-

Das Parasitierungsprozent unter verschiedenen Bestandesverhältnissen (verschiedenem Bestandesklima).

| Abteilung. Unterabteilung | Lage | Bestockung | Alter | Bodengüte | Kronenschluß | Parasitierungsprozent | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schwarzerde. 31 e. | Eben. Stämme 20 m vom OSO-Bestandesrand. | Lärche rein. | 110 | V | 0,4 | $39_{/3}$ | Bestand in Verjüngung. *Tetropium*-Generation doppelt. *Tetropium*-Befall an Unterseite am dichtesten, an Oberseite tot. |
| Schwarzerde. 30 c. | Eben. | 0,9 Fi. 0,1 Kie. Lä. | 120 | V | 0,9 | $60_{/2}$ (—90) | An offenen Stellen Oxalis. Einzelne Hallimaschlöcher. *Tetropium*-Generation an Stammoberseite doppelt, an Stammunterseite einfach. Stellenweise Rohhumus. |
| Buchenschlucht. $23_1$. | OSO-Lehne. | 0,2 Fi. 0,3 Kie. 0,5 Wbu. + Ei. | 70 | III | 0.7—0,8 | 75 (—90) | Hallimasch. *Tetropium*-Generation doppelt und einfach. |
| $23_2$. | An der Sohle der Schlucht. | — „ — + Ahо. | 70 | III bis IV | 0,8 | 20 | Unumgesetzte Streuauflage! Hallimasch! *Trametes radiciperda Tetropium* - Generation einfach! |
| Brandwald. 31 f. | Eben. | 0,9 Kie. 0,1 Fi. | 90—100 | III | 0,8 | $57_{/1}$ | *Trametes radiciperda. Myrtillus.* — Hallimasch. *Tetropium*-Generation teils doppelt teils einfach. |
| Hohe Maisch. 28 i. | ONO-Lehne. | 0,9 Fi. 0,1 Kie. | 100 | IV | 0,9 | 60 (90-95) | Viel Rotfäule, auch Hallimasch, in 20cm Tiefe d. Bodens pH $4_{7,8}$ u. $5_{2,3}$! — auf lichteren Stellen Oxalis — sonst Auflagestreu. 20—40 m vom OSO - Bestandesrand. *Tetropium*-Generation doppelt und einfach. |
| 34 k, l, 36 a „Bei den Lärchen." | Eben. | 0,8 Kie. 0,2 Fi., Lä. | 110 | III bis IV | 0,9 | 80 | 20 m vom Bestandesrand. *Tetropium*-Generation doppelt und einfach. |
| Breiter Teil. 25 g. | Gegen Süden geneigt. | 0,8 Kie. 0,2 Fi., Lä. | 110 | IV | 0,1—0,2 | $33_{/3}$ | Verjüngungsfläche! Sonnseitig. An der Oberseite *Tetropium* tot *Tetropium*-Generation doppelt. Wirt u. Parasiten nur a Stammunterseite. |
| Buchenschlucht. 23 e. | ONO | 0,8 Fi. 0,1 Kie. 0,1 Lä. | 110 | IV | 0,8 | 57 | Oxalis. *Tetropium*-Generation zum Teil doppelt. |

Anmerkung: Beste Bonität V, schlechteste I. $1_{/0}$ voller Kronenschluß. Daten in Bezug auf 1928!

stand größer; hieraus erklärt sich z. B. zum Teil die geringere Parasitierung im Bestand 30 c als in 23 oder 28 i. Bei gleichem Kronenschluß wird bei verschiedenen Holzarten, verschiedenen Mischungsgraden auch die Temperatur im Bestand eine verschiedene.

Es ergibt sich somit, daß auch die Größe des Parasitierungsprozentes zum Teil vom Bestandesklima beeinflußt wird.

Leider verfügte ich nicht über die erforderlichen Meßinstrumente, um die einzelnen Einflußgrößen wie Lufttemperatur im Bestand und im Freiland, Kambialtemperatur, Lichtstärke, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsgröße im Bestand und im Freiland genau ermitteln zu können. — Auch hier drängt sich wieder die Forderung nach entsprechend ausgerüsteten Waldstudienstationen auf. —

Um doch wenigstens einen Überblick über die Beziehungen zwischen Lichtstärke im Bestand und Parasitierungsprozent zu erlangen, wurde eine Kurve angelegt. Die Grade des Kronenschlusses konnten nicht als Vergleichsbasis gewählt werden, weil Bestände verschiedener Holzartenzusammensetzung und verschiedener Exposition vorlagen. Die Lichtstärke wurde nach der Bräunung von photographischem Papier innerhalb einer bestimmten Zeit und Tageszeit festgestellt; daß diese Methode gewiß Mängel besitzt, soll nicht in Abrede gestellt werden; doch mußte unter den vorliegenden Verhältnissen, wollte man nicht auf diese gewiß nur schätzungsweise Festellung gänzlich verzichten, zur ihr gegriffen werden.

Die Kurve (Abb. 26) ergibt deutlich die Abhängigkeit des Parasitierungsprozentes von der Lichtstärke im Bestand. Bei einer Lichtstärke von 4—5 ergab sich das Maximum, mit steigender Lichtstärke ein langsameres, mit sinkender Lichtstärke ein stärkeres Fallen des Parasitierungsprozentes; also fällt das Parasitierungsprozent, je mehr sich das Bestandesklima seinen Extremen nähert.

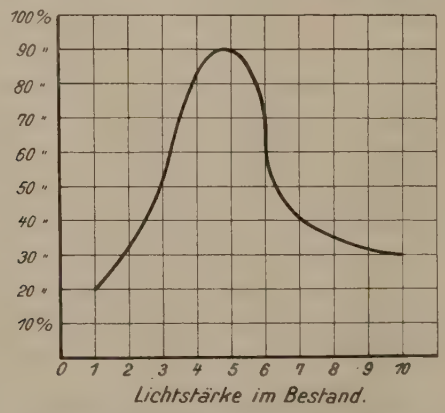



Abb. 26. Abhängigkeit des Parasitierungsprozentes vom Lichtgrad im Bestand.

Bei anderen klimatischen Verhältnissen werden sich naturgemäß die Beziehungen zwischen Lichtstärke und Parasitierungsprozent ändern, so z. B. wird in Jahren mit geringeren Tagestemperaturen das Maximum eine Verschiebung nach rechts erfahren. — Am Stamm selbst deckt sich die Dichte des Parasitierungsprozentes zum Teil mit der Befallsdichte durch *Tetropium*.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich als praktische Folgerung, daß in Gebieten mit klimatischen Verhältnissen, wie es die geschilderten sind, zur Aufzucht von Parasiten im Freien nicht die extremen Lagen oder Bestandesverhältnisse die günstigsten Ergebnisse zeitigen werden.

* * *

Es wurde die Absicht verfolgt, neben reinster Wirtschaft eine biologische Bekämpfung anzubahnen. Auch in der saubersten Wirtschaft ist es ja nicht möglich, jeden *Tetropium*-Befall, besonders wenn man es mit großen Altbeständen zu tun hat, festzustellen. Unterlassungssünden aber rächen sich, denn scheinbar „plötzlich" machen sich dann in Hitzejahren ganze *Tetropium*-Herde bemerkbar. Es wurde angestrebt, neben sauberster Wirtschaft einen hohen Parasitenstand zu erzielen.

Eigene Großzuchten anzulegen war nicht möglich. Es mußte so vorgegangen werden, daß die Durchführung praktisch leicht und ohne erhebliche Kosten möglich war. Es wurde nun nicht wahllos alles befallene Material entrindet und die Brut vernichtet, sondern vorerst in allen *Tetropium*-Stämmen das Parasitierungsprozent ermittelt. Es wurden 1926 jene Stämme, deren *Tetropium*-Larvenstand zu 20—30% parasitiert war, in unentrindetem Zustande im Wald belassen und zwar bis nach erfolgtem Schwärmen im Frühjahr 1927; Zweck war, einen verhältnismäßig erhöhten Parasitenstand zu erzielen. Alle übrigen Stämme wurden, bevor noch die Larven in den Holzkörper zur Anlage der Puppenwiege geschritten waren, entrindet. 1927 war das durchschnittliche Parasitierungsprozent auf 50 gestiegen. Es wurde nun in gleicher Weise vorgegangen und wieder Stämme mit über 50% Parasitierung bis nach dem Schlüpfen 1928 belassen. Nun war das durchschnittliche Parasitierungsprozent bei 70 angelangt (bis 75) und die betreffenden Stämme wieder ausgewählt, blieben im Wald.

Nachstehende Tabelle zeigt das Ansteigen des Min., Max. und durchschnittlichen Parasitierungsprozentes von 1926—1928 (bis Herbst 1928)

| | Parasitierungsprozent | | |
|---|---|---|---|
| | Durchschnitt | Maximum | Minimum |
| 1926 . . . . . | 20 | 31 | 5 |
| 1927 . . . . . | 51 | 72 | 13 |
| 1928 . . . . . | 70 (75) | 95 | 20 |

Genauen Abschluß über das Wirkungsprozent gibt die Tabelle auf Seite 315 und 311.

Das Ansteigen des Parasitierungsprozentes allein würde aber noch nicht den durch: reine Wirtschaft + Versuch einer biologischen Bekämpfung, erzielten Erfolg bezeugen, sondern es muß der Anfall der von *Tetropium* in den 3 Jahren befallenen Massen verglichen werden. Und da ergab sich die sehr befriedigende Tatsache, daß der Massenanfall im Jahre 1927 etwa $^1/_3$ des Anfalles von 1926, und jener von 1928 nur $^1/_{20}$ des Anfalles vom Jahre 1926 betrug und dies trotz der besonders für die Fichte äußerst ungünstigen, für die Entwicklung von *Tetropium* äußerst günstigen Verhältnisse besonders des Trockenjahres 1928!

Das Ansteigen des Parasitierungsprozentes neben dem Rückgang der durch *Tetropium* befallenen Massen beweist die Zweckmäßigkeit der angewendeten Bekämpfungsweise. Diese, allerdings primitive biologische Bekämpfung, kann leicht geübt und sollte auch angewendet werden; denn wenn wahllos jedes befallene Material ohne Rücksicht auf den Parasitenstand aus dem Wald entfernt wird, entäußert man sich eines der wertvollsten und natürlichsten Mittel zur Aufrechterhaltung des Gesundheitszustandes unserer Wälder und Festigung des Gleichgewichtszustandes der Lebensgemeinschaften im Walde.

## Weitere Parasiten.

Außer den Hymenopteren traten als Parasiten noch auf:

### Acarina (Milben).

Sie waren in einzelnen Fällen zahlreich unter den Flügeldecken der Käfer zu finden. Sie dürften sich hier von freilebenden Nematoden ernährt haben. (Siehe Seitner.)

### Nematoden.

Die *Tetropium*-Larven erwiesen sich zu 13,1% von Nematoden bewohnt. Der Befall der Wirtslarven durch die Nematoden dürfte bald erfolgen, in halbwüchsigen Larven fanden sich bis 1 cm lange Nematoden vor.

Vorwiegend finden sie sich im Mitteldarm der *Tetropium*-Larven und zwar von der Ansatzstelle der Vasa malpighi bis zum verbreiterten vorderen Teil des Mitteldarmes (in diesem selbst sind sie seltener). Am häufigsten waren sie in und hinter der Divertikelregion. Die im Larvendarm auftretenden Nemadoten sind durchwegs groß und haben eine Länge von $^1/_2$ bis über 1 cm. Die Anzahl schwankt von 1—7 Stück im Darm einer Larve. Die Farbe ist hyalin, Körperinneres hellbräunlich durchschimmernd.

In zwei Fällen wurden Nematoden außerhalb des Darmes, in der Leibeshöhle, dem Darm ± anliegend gefunden. Der Darm selbst zeigte beim Übergang vom Enddarm zum Mitteldarm eine Perforation. Vielleicht deutet dies darauf hin, daß die Nematoden den Weg in den Wirt

an irgend einer Körperstelle nehmen und sich schließlich in den Darm hineinbohren.

Der Darm der Käfer zeigte sich zu 5,9% von Nematoden besiedelt. Hier war es besonders der Enddarm, der von ihnen zu Hunderten angefüllt war. Länge der Nematoden 3—4 mm, nie über 5 mm. Entweder handelt es sich hier um Jugendstadien oder eine andere Art, doch ist das erstere wahrscheinlicher. Die Formen im Käfer dürfen als Nachkommen der Formen in der Larve aufgefaßt werden. Bei den untersuchten Käfern handelte es sich fast durchwegs um frisch geschlüpfte Tiere! Die Nematoden dürften mit dem Kot abgestoßen werden und zum Teil so wieder ins Freie gelangen.

Der Aufenthalt der Nematoden, vorzüglich in der Divertikelregion des Larvendarmes, wo sie hochwertige Nahrung finden, läßt die Annahme einer Schmälerung des Gesundheitszustandes der Wirte berechtigt erscheinen. Inwieweit eine solche Beeinträchtigung von der Wirtslarve oder dem Käfer erfolgt, konnte nicht festgestellt werden.

## B. Räuber.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen auch die Räuber, deren Behandlung daher nicht übergangen werden darf. Insoweit sie parasitierte Larven verzehren, können sie natürlich auch schädlich werden, jedenfalls aber überwiegt ihr Nutzen bei weitem den Schaden.

### Orthoptera.

#### Forficula auricularia L.

Rostbraun, glänzend; Halsschild quadratisch, Flügel um die Hälfte länger als die kurzen Flügeldecken. Seitenrand des Pronotums der Flügeldecken und die Beine schmutziggelb. Hinterleibsende mit einer großen Zange. Die Zangenhälften beim ♂ stark bogenförmig gekrümmt, innen an der Basis ± gezähnt; beim ♀ überkreuzen sich die Spitzen der Zangenhälften, sie sind an der Basis nicht gezähnt. Füße dreigliedrig, zweites Fußglied an der Spitze herzförmig. 20—23 mm.

Die Zangen der Männchen spielen bei der Einleitung der Kopula eine wichtige Rolle als Hebelapparat. Die Weibchen werden niemals mit den Zangen ergriffen und festgehalten. „Die Zange dient nur dazu, nach erfolgter Drehung des männlichen Abdomens um fast 180° das weibliche Abdomen leicht anzuheben, um mit der weiblichen Genitalgegend in Kontakt zu bleiben“ (Kuhl). Männchen mit völlig amputierten Zangen bringen keine Begattung zuwege. Die Zangen finden weiter zur Erbeutung anderer Insekten Verwendung und stellen da gefährliche Waffen dar; gegen eigene Artgenossen werden diese Waffen nach Kuhl nicht angewendet.

Im Schrifttum sind die Ansichten über die Nahrung der „Ohrwürmer“ geteilt. Nach Kropfuntersuchungen sind sie Allesfresser, die sowohl von tierischer wie pflanzlicher Nahrung leben (Escherich). Die Hauptnahrung

dürfte aus Insekten und Schnecken bestehen. Verhoeff beobachtete Ohrwürmer beim Verzehren von Blattläusen. Sorauer gibt als Nahrung an: Blut-, Schildläuse. Raupen vom Heu- und Sauerwurm, *Tortrix buoliana* u. a. m.

Jedenfalls können die Ohrwürmer nützlich werden. Ich fand sie nicht selten unter starkborkiger Lärchen- und Fichtenrinde bei *Tetropium*-Brut neben Resten der Larven. Ob die von den Ohrwürmern verzehrten Larven gesund oder krank waren, vermag ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls aber scheint die „Fleischnahrung" bei den Ohrwürmern keineswegs selten zu sein. Bei einem starken Auftreten von *Stilpnotia salicis* in den Donauauen bei Wien konnte anläßlich des Einsammelns der Puppen zu Zwecken der Zucht beobachtet werden, daß die Puppen recht häufig von *F. auricularia* L. angegangen wurden; die Puppen wurden gänzlich ausgehöhlt, nur die Chitinhülle blieb zurück. Wie an frisch angebissenen Puppen festgestellt werden konnte, waren es lebende, gesunde Puppen die von den Ohrwürmern angenommen wurden.

Die räuberische Lebensweise, die Fleischnahrung, ist also keineswegs eine Ausnahme; sie dürfte sogar dort, wo sich den Ohrwürmern Fleischnahrung in auffallender Menge darbietet, vorwiegen![1])

## Neuroptera.

### Rhaphidiidae.

Die Kamelhalsfliegen sind an der etwas erhaben getragenen, halsförmigen Vorderbrust, den in der Ruhe dachförmig zusammengelegten Flügeln als auffallende Tiere leicht kenntlich. Das ♀ hat ein langes Legerohr. Die Larven leben räuberisch zwischen Rinde und Holz, sind lang gestreckt, flach, 6beinig, 12ringig. Kopf und Vorderbrust ist stark chitinisiert dunkelbraun; Kopf ± quadratisch. Vorderbrust auffallend verlängert. Abdomen weich, es verjüngt sich nach rückwärts. Auffallend ist ihre wilde, schlangenförmige Beweglichkeit. Unterseite des Hinterleibes braungelb bis weißlichgelb. Oberseite braun mit einer sehr feinen mittleren und starken seitlichen, hier auf jedem Segment bogigen hellen Längslinie. Verpuppung ohne Gespinst frei in der Rinde oder im Borkenkörper. Eiablage wahrscheinlich in Rindenritzen, Larven und Käfergängen.

Flugzeit April-Juni. Generation einjährig. Überwinterung als Larve.

**Rhaphidia notata F.** (Abb. 27a[2])

*Rhaphidia notata* F. 1781.
„ *ophiopsis* Curtis 1824.
„ *megacephala* Stephens.
„ *media* Burmeister 1839, Ratzbg. 1844.
„ *angustata* Ratzeburg.
„ *notata* Albarda 1891.

[1]) Übrigens wird auch Wildpret von *F. auricularia* gern angegangen. Es konnte öfters beobachtet werden, daß ausgewirktes, zum Kühlen niedrig im Wald aufgehängtes Reh von *F. auricularia* angenommen wurde.

[2]) Beschreibung der Raphidia-Arten vorzüglich nach Albarda.

Kopf an den Seiten schwach abgerundet, zum Hals verschmälert, fein aber deutlich punktiert, dunkel; Mit Ozellen! Unterlippe und ihre Palpen braun. Maxillarpalpen schwarz, an der Artikulation gelblich. Mandibeln rotbraun. Oberlippe schwarz, fahlgelb gerandet. Fühler braun. Augen oval, wenig vorspringend. Ozellen einander genähert, rückwärtige groß, deutlich, die vordere klein. Kopfunterseite mit einer Längsfurche. Hals mittellang, zur Mitte erweitert, der unten befindliche Zahn spitz. Prothorax $^1/_5$ kürzer als der Kopf und Hals zusammen; rückwärts verbreitert. Pronotum fein punktiert, querrunzelig, kurz behaart, schwarz, Hinterrand und hintere Seitenränder heller Meso- und Metathorax schwarzbraun, Seiten heller. Beine rotgelb bis fahlgelb. Hüften schwarzbraun, Trochanteren heller. Mittel- und Hinterschenkel etwas angedunkelt, an der Basis mit schmalbraunem Ring. Schienen heller, manchmal angedunkelt, Tarsenglieder zuweilen angedunkelt. Abdomen schwarzbraun, glänzend; an den Seiten oben gelbe dreieckige den Hinterrand etwas erreichende Flecke. Segment 8 des ♂ am Hinderrand auf den Seiten trapezförmig verbreitert, gespalten; Vorderrand schief, ausgebaucht, 2 Polster bildend, darunter 2 chitinisierte glänzende Häckben. Penis breit, glänzend, dunkelbraun

*a* *b*

Abb. 27. *a Raphidia notata* F. *b Inocellia crassicornis.*

Spitze gerandet. An der Basis der Seitenstücke, unter dem Endsegment noch 2 Häkchen. — Vorderflügel 3mal so lang als breit; durchscheinend. Pterostigma durch 2 Nerven geteilt, braun, lang trapezförmig 3 Kubitalzellen, 4 Diskoidalzellen zwischen dem Pterostigma und dem Kubitus anticus; längs des Radius 2 Zellen. ♂ Kopulationsorgan frei, nicht verdeckt. ♂ — 26 mm, — ♀ 29 mm, Legeröhre 4—$4^1/_2$ mm.

Vorkommen: Von Lappland bis Italien.

Lebensweise: Die Larven leben räuberisch von *Tetropium*-Larven (*Gabrieli* und *fuscum*). Überwinterung als Larve. Geschlüpft Ende April.

Die Annahme Schneiders, daß *R. notata* nur alte Eichen und Rüstern bewohne, ist wie schon Ratzeburg angenommen hat, nicht zutreffend. (Ratzeburg D. F. J. III, S. 250.) Die bei der Zucht erhaltenen *R. notata* F. haben unzweifelhaft räuberisch von der *Tetropium*-Brut gelebt. Die einzelnen Arten der Kamelhalsfliegen sind daher keineswegs auf Insekten, die in ganz bestimmten Holzarten leben, spezialisiert, sondern sie legen ohne Rücksicht ihre Eier dort ab, wo sich Nahrung für ihre Larven findet.

### Inocellia crassicornis Schummel.

*Rhaphidia crassicornis* Schummel 1832.
„ „ Burmeister 1839.
*Inocellia* Schneider 1839.
„ „ Albarda 1891.

Kopf an den Seiten gerundet, am Hinterende halsförmig verschmälert, sonst fast 4eckig; schwarz, stark, zum Teil runzelig punktiert, in der Mitte eine feine Längslinie. Ozellen fehlen! Fühler schwarz, an der Basis rotgelb; erstes Glied gelb dick, die folgenden zylinderisch. Hals glänzend, schwarz; seitlich mit einem stumpfen Zahn. Prothorax etwas kürzer als Kopf + Hals: Vorderwinkel abgerundet, hinten etwas verbreitert. Pronotum mit einer breiten, im rückwärtigen Drittel wenig tiefen Vertiefung, fein punktiert, gerunzelt mit Ausnahme eines sehr schmalen Längsbandes, das vom Hinterrand aus verläuft, in der Mitte sich teilt, und sich am Ende noch in 2bogige, kurze, mattschwarze Zweige teilt. Vorderrand und Hinderrand heller gesäumt. Meso- und Metathorax schwarz. Kopf und Prothorax ohne fahle Flecken. Beine rotgelb. Vorderhüften hell, Mittel- und Hinterhüften tiefbraun. Mittel-, Hinterschenkel, letzte Tarsenglieder angedunkelt. Abdomen schwarz, Hinter- und Seitenränder der Segmente hell; auch am Bauch. ♂: Segment 6 oben an der Basis verschmälert, hinten verbreitert; 7. um die Hälfte kürzer aber breiter; 8. so lang wie 7., 9. etwas kürzer, unten offen, behaart. ♀: 6. Bauchsegment lang, seitlich schief abgeschnitten, Legeröhre $^1/_5$ länger als das Abdomen; rotbraun. Vorderflügel $3^1/_2$mal so lang als breit; durchscheinend. 2 Reihen Kubitalzellen. Pterostigma lang, etwa 6mal so lang als breit; tiefbraun, nie durch Nerven geteilt; Innenrand schief nach innen, Außenrand oben stark schief nach außen vorgezogen. ♂ Kopulationsorgan verdeckt.

Vorkommen: Mittel- und Südeuropa, Amur, Sibirien, Japan.

Lebensweise: Die Larven leben räuberisch von *Tetropium*-Larven. Überwinterung als Larve. Geschlüpft: Ende Mai.

* * *

### Die Bedeutung der Kamelhalsfliegen.

In dem forstlich entomologischen Schrifttum wurde auf die Bedeutung der Kamelshalsfliegen von Escherich, Ratzeburg, Seitner hingewiesen.

Daß die forstlich bedeutenden Arten kaum näher bekannt sind, mag in der Schwierigkeit der Aufzucht liegen. — Meist wird *R. ophiopsis* Schum. als die in unseren Wäldern häufigste und bekannteste Art angeführt. — Von vielen — wie im vorliegenden Fall erst Mitte — April im Laboratorium eingezwingerten Tieren, beenden, wahrscheinlich der geringen Luftfeuchtigkeit wegen, nur wenige die volle Entwicklung. Man muß daher die von *Raphidia*-Larven besetzten Stücke erst spät, Ende April, Anfang Mai, einzwingern und feucht halten, oder große Stücke zum Einzwingern verwenden.

Die räuberische Tätigkeit der Kamelshalsfliegen ist eine recht bedeutende. Bekannt ist ihr Nutzen durch Verzehren der Brut von *Ips typographus* (Seitner), und anderer Schadinsekten, dann von Nonneneiern[1]) (Escherich, Ratzeburg;), bei *Ips cembrae* Heer konnte ich sie oft an der Arbeit beobachten.

[1]) In jüngster Zeit bezweifelt Knoche, daß die *Raphidia*-Larven Nonneneier annehmen. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1929. Bd. 16, H. 4, S. 717.

Es sind recht beträchtliche Mengen, die von den *Rhaphidia*-Larven verzehrt werden. Bei der sorgfältigen Entrindung und Untersuchung dicht befallener Lärchen und Fichten fiel auf, daß auf größeren Strecken (oft über 60 cm lang und 40 cm breit) trotz des dichten Befalles keine *Tetropium*-Larven lebten; bei genauerer Untersuchung fanden sich nur Reste der Larvenhaut und Kopfkapseln, aber stets einige *Rhaphidia*-Larven, welche hier mit den Bockkäferlarven gründlich aufgeräumt hatten. Die *Tetropium*-Larven waren fast vollwüchsig gewesen, wie aus den angrenzenden Teilen zu ersehen war. Die Kamelhalsfliegenlarven beschränken sich keineswegs nur auf junge Bockkäferbrut, sondern sie werden auch mit den ausgewachsenen fertig.

Eingezwingert können sie lange hungern. Zwingert man einige *Rhaphidia*-Larven ohne Nahrung zusammen ein, so tritt Kanibalismus auf; sie fressen sich gegenseitig auf.

## Coleoptera.

### Malachius bipustulatus Lin.

wurde aus Lärchen, die mit *T. Gabrieli* Weise besetzt waren, erhalten; sie dürften hier räuberisch von der *Gabrieli*-Brut gelebt haben. Die Ernährungsweise konnte leider nicht genau sichergestellt werden. Nach Saalas leben sie von Borken-Bock-Prachtkäferlarven und Anobien, nach Urban von den Resten von Holzbewohnern und vielleicht auch von deren Kot (Escherich).

### Clerus formicarius Lin.

Seine rosaroten Larven wurden, allerdings selten bei *T. fuscum* und *Gabrieli*-Brut angetroffen, von der sie sich nährten. Häufiger bei *Ips cembrae* Heer an Lärchen die auch von *Gabrieli* befallen waren.

## Diptera.

Räuberisch von *Tetropium*-Brut lebende Dipterenlarven wurden in Maissau beobachtet. Diese Larven waren gemeinschaftlich zu 2 bis 3 (4) beisammen zu finden und oblagen auch gemeinsam ihrer räuberischen Tätigkeit. Gesunde *Tetropium*-Larven wurden von 2—4 Dipterenlarven gemeinsam binnen wenigen Stunden verzehrt, nur der Larvenbalg übrig gelassen. Leider wurde die Zucht dieser Dipterenlarven durch einen mißlichen Zufall zerstört.

## Vögel.

### Der Schwarzspecht (Dryocopus martius L.).

Nicht gering zu achten ist die räuberische Tätigkeit des Schwarzspechtes. Sehr häufig konnte er an der Arbeit bei von den *Tetropium*-Arten befallenen Fichten, bezw. Lärchen beobachtet werden. Er bemächtigt sich der zwischen Rinde und Holz befindlichen Larven, holt sich aber

auch die Larven und Puppen aus der Puppenwiege heraus, indem er zu diesem Zweck tiefe, bis zu den Puppenwiegen reichende Löcher zimmert (Abb. 28). Die Suche nach den Larven zwischen Rinde und Holz erfolgt gewissermaßen systematisch durch Forthaken schmaler mehr oder weniger horizontaler Streifen, die mit Unterbrechungen um den Stamm verlaufen und etwa 4—6 cm (mitunter auch weniger) voneinander entfernt sind.

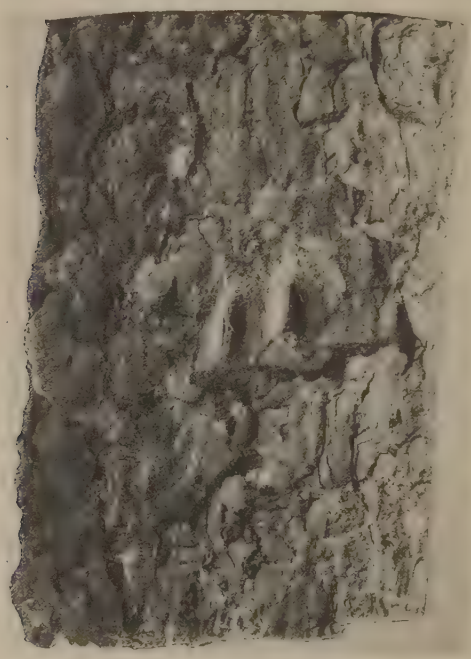


Abb. 28.
Spechtarbeit an Fichte, die von *Tetropium fuscum* besetzt war.

Es konnte beobachtet werden, daß ein Schwarzspecht sich täglich an ein und derselben Fichte seine *Tetropium*-Larven holte, bis er mit der Brut fast gänzlich aufgeräumt hatte und der Stamm nahezu entrindet dalag; eintretender Schneefall hinderte ihn keineswegs, seinen Stamm zu finden. Der Schwarzspecht geht die *Tetropium*-Brut sowohl in stehenden, wie auch liegenden Stämmen an. Andere Spechtarten konnten nicht beobachtet werden, doch soll auch der mittlere Spuntspecht der *Tetropium*-Brut nachstellen.

Neben seiner vorwiegend nützlichen Tätigkeit kann sich mitunter auch eine schädigende einstellen. Von den ein hohes Parasitierungsprozent aufweisenden Stämmen, die zur Erhöhung des Parasitenstandes unentrindet im Wald verblieben, wurde ein Stamm während des Winters vom Schwarzspecht gänzlich entrindet und natürlich auch die Parasitenlarven aus den Kokons geholt. Jedenfalls tritt diese gelegentliche Schädlichkeit weit hinter seine Nützlichkeit zurück.

Neben den Bockkäfer- und Sirexlarven, die er entschieden vorzieht, liebt er auch *Pissodes*-Larven und endlich, allerdings in geringerem Maß Borkenkäferbrut; soweit beobachtet werden konnte, wird von der letzteren *Myelophilus* und *Polygraphus* vorgezogen, *Ips cembrae* hingegen wohl nur gelegentlich angenommen.

Der Schwarzspecht ist eine Teilkraft, dessen Vorhandensein zur Erhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes ebenso erforderlich ist, wie das der Parasiten und übrigen Räuber. Das Hauptgewicht ist seiner Tätigkeit in ruhigen Zeiten beizumessen. Ist einmal eine Übervermehrung eingetreten, dann ist die regelnde Tätigkeit dieser Biozönosenteilkraft zu gering, um merklich hemmend wirken zn können.

## C. Raumbenützer.

Das Ergebnis an Raumbenützern war nur ein sehr spärliches und zwar aus dem Grunde, weil das Hauptaugenmerk auf die Parasiten gerichtet war und Stämme, die bereits von *Tetropium* verlassen waren, nicht mehr in den Kreis der Untersuchungen gezogen wurden. Den Folgeinsekten wurde nicht weiter nachgegangen.

### Hymenoptera.

### *Psammocharidae* (Pompilidae).

**Deuteragenia hircana F.** (Macromerinae).

*Pompilus hircanus* F. 1798, Dhlb. 1829. Zett. 1838.
„ *hircana* Panz 1805.
„ *variegatus* Dahlb. 1832.
*Agenia hircana* Dhlb. 1843.
*Pogonius hircanus* Dhlb. 1845, Ev. 1849, Wesm. 1951, Schenk 1857. Taschb. 1858, Schenk. 1861, Taschb. 1866, Thoms 1870, 74.
*Agenia variegata* var. hircana. A. Costa 1887.
*Pogonius hircanus* Rad. 1888, Marq. 1879.
*Agenia hircana* Saud. 1896; D. F. 1897; Schmdkn. 1907, Awis. 1907.
„ „ Niels 1607.
*Deuteragenia hircana* Haupt 1926/27.

„♀ 6—8 mm. Körper und Beine zum größten Teil schwarz, Vorderschienen innen, die Enden der übrigen Schienen und die Tarsen braun; Fühler ganz, oder unterseits gebräunt. Flügelzeichnung kräftig, Flügel mit zwei deutlichen rauchbraunen Querlinien: eine schmale auf der Basalader, eine breite vor der Spitze. Der hyaline Fleck an der Spitze mondförmig und gut begrenzt. Nervulus fast interstitial.

Ozellenstellung etwa rechtwinkelig, Kopf hinter den Augen sehr deutlich verschmälert. Stirn flach gewölbt; ein Auge = etwa $^1/_2$ Stirnhälfte. Das 3. Fühlerglied = Schaft, 3 mal so lang als am Ende dick; Clypeus vorn gerade. Stirn auf sehr fein netzartig skulptiertem Grund, fein und dicht punktiert. Pronotum an den Schultern abgerundet, mitten gerade, ziemlich vertikal nach vorn abfallend. Rücken bis zum Postskutellum ziemlich matt, dicht und fein punktiert. Postnotum mitten etwa so lang wie das Postskutellum, quergestreift mit mittlerem Längseindruck, Propodeum kugelig gewölbt, glänzend, fein punktiert, mit flacher und deutlicher Längsfurche."

Hier scheint bei Haupt in der Artbestimmungstabelle ein Druckfehler unterlaufen zu sein, denn in der Artbestimmungstabelle heißt es (S. 133). „.... Propodeum matt, fein aber deutlich punktiert," in der Artbeschreibung S. 140 aber „.... Propodeum kugelig gewölbt, glänzend, fein punktiert....;" was auch mit dem Tier übereinstimmt, denn das Propodeum ist tatsächlich glänzend.

„Abdomen glänzend, sehr fein punktiert. Behaarung ziemlich dicht.

♂ 5—6 mm. Ähnlich dem ♀, Flügelzeichnung jedoch blasser. Ozellenstellung stumpfwinkelig. Fühler gesägt; das 3. Glied = Schaft, 2mal so lang als am Ende dick. Genitalplatte dachförmig. Ende gerade abgeschnitten. Rand behaart. Kiel der Genitalplatte am Grund hochgewolbt, dann bis zum hinteren Ende allmählich, fast gerade abfallend."

Dieses fast über ganz Europa verbreitete Tier steht nicht in direktem Zusammenhang mit *Tetropium fuscum*; sollte jedoch als Raumbenützer nicht unerwähnt bleiben. Die von *T. fuscum* verlassenen Gänge werden zur Ablage der Brut in der Weise benützt, daß erbeutete Spinnen eingetragen werden und nach Durchknetung („Malaxation") der Bauchseite der Spinne wird das Ei eingebracht. Die bei dieser Durchknetung manchmal austretende Leibeshöhlenflüssigkeit der Spinne wird von dem „Spinnentöter" aufgesaugt.

Geschlüpft: Anfang Mai.

* * *

Für die freundliche Unterstützung bei der Bestimmung der Parasiten, Räuber und Raumbenützer, bin ich den Herren Clément-Innsbruck, Prof. Dr. Fahringer-Wien, und den Herrn Kustoden des Wiener Naturhistorischen Museums Dr. Maidl und Dr. Zerny zu besonderem Danke verpflichtet.

## Biozönotische Übersicht.

Im nachstehenden soll eine Übersicht der Lebensgemeinschaft der beiden Arten *T. fuscum* und *T. Gabrieli* gegeben werden. Hierbei sollten im ersten Teil „Fördernde Faktoren" auch die Disposition bezw. Vordisposition schaffenden nicht organischen Komponenten erwähnt werden. Im zweiten Teil „Hemmende Faktoren" sind jedem Parasiten noch die bekannten Wirte beigefügt.

### *Tetropium Gabrieli* Weise.

#### A. Fördernde Faktoren.

I. Vordisposition schaffende Umstände.
- Stagnierende Luft.
- Hohe Luftfeuchtigkeit.
- Geringe Luftbewegung.
- Störung des Edaphons.
- Weitringiges Holz.

II. Dispositionsschaffend:
- Lärchenkrebs.
- Ungeeigneter Lärchenstandort:
- Feuchtigkeitsmangel,
- Trokenperioden,
- Zu hohe Feuchtigkeit mit stagnierender Luft.

III. Gutes Gedeihen der symbiontischen Hefen.

**B. Hemmende Faktoren.**

I. Parasiten:

Hymenoptera.

Braconidae.

1. *Atanycolus denigrator* L.
   *Rhagium mordax* Deg.
   „ *inquisitor.*
   *Anthaxia morio.*
   *Tetropium fuscum.*
   *Saperda populnea.*
2. *Atanycolus Neesi* Marsh.
   *Poecilonata variolosa* Payk.
   „ *rutilans* L.
   *Acanthocinus aedilis* L.
   *Criocephalus rusticus* L.
   *Sesia vespiformis.*
3. *Atanycolus sculpturatus* Thoms.
4. *Doryctes obliteratus* Nees.
   *Callidium abdominale* Ben.
   *Pissodes notatus.*
   *Ips typographus.*
5. *Helcon aequator* Nees.
   *Tetropium castaneum.*
   *Tetropium fuscum.*
   *Callidium violaceum* Lin.

Ichneumonidae.

1. *Rhyssa persuasoria* L.
   *Monochammus scutellator.*
   „ *confusor.*
   *Serropalpus.*
   *Sirex gigas.*
   *Xeris spectrum.*
   *Paururus juvencus.*
2. *Clistopyga sauberi* Brauns.
3. *Xylonomus brachylabris* Kriechb.
   *Tetropium fuscum.*
   „ *castaneum.*
4. *Xylonomus irrigator* F.
5. *Xorides collaris* Grav.
   *Tetropium fuscum.*
6. *Pyracmon lucidus* Clément.

II. Räuber.

Orthoptera.

*Forficula auricularia* L.

Neuroptera.

*Rhaphidia notata.*

Coleoptera.

*Malachius bipustulatus.*

*Clerus formicarius.*

Diptera.

Gen.? sp.?

Vögel.

Schwarzspecht.

III. Sonstige Parasiten.

Milben.

Nematoden.

IV. Darmbewohner:

a) Symbiontische (fördernd!).
Hefen

b) Parasitische.
Nematoden.

c) Neutral, zum Teil parasitär werdend.
Streptococcen.
Stäbchenbakterien.

* * *

## *Tetropium fuscum.*

### A. Fördernde Faktoren.

I. Vordisposition schaffend.

Trockenperioden.
Zu hohe Feuchtigkeit.
Rohumus.
Weitringiges Holz.
Kahlschlag.
Mangelnde Bestandespflege.
Störung des Edaphons.
$p_h$ des Bodens auf der saueren Seite.

II. Disposition schaffend.

*Agaricus melleus.*
*Trametes radiciperda.*

III. Gutes Gedeihen der symbiontischen Hefen.

### B. Hemmende Faktoren.

#### I. Parasiten.

Braconidae.

1. *Atanycolus initiator* Nees.
   *Phymatodes pusillus* F.
   *Acanthocinus aedilis* L.
   *Rhagium inquisitor* L.
   *Tetropium castaneum* L.
   *Sesia flaviventris* Hgr.
   „ *vespiformis* L.
2. *Helcon aequator* Nees.
   *Tetropium Gabrieli* Weise.
   „ *casteneum*,
   *Callidium violaceum* L.

Ichneumonidae.

1. *Ephialtes planifrons* Thoms.
   *Saperda punctata.*
2. *Xylonomus brachylabris* Kirchb.
   *Tetropium Gabrieli* Weise.
   „ *castaneum.*
3. *Xylonomus sp.?*
4. *Xorides collaris* Grav.
   *Tetropium Gabrieli* Weise.
5. *Campoplegini G.? sp.?*
6. *Pyracmon xoridiformis* Hlgr.
7. *Pyracmon xoridoideus* Strobl.

#### II. Räuber.

a) Orthoptera.

*Forficula aricularia* Lin.

b) Neuroptera.

*Rhaphididae:*
*Inocellia crassicoris* Schummel.

c) Coleoptera.

*Malachius bipustulatus* L.
*Clerus formicarius.*

d) Diptera.

G.? sp.?

e) Vögel.

Schwarzspecht.

III. Sonstige Parasiten:
Milben,
Nematoden.

IV. Darmbewohner.
a) Symbiontische (fördernd!).
Hefen.
b) Parasitäre.
Nematoden.
c) Neutral, zum Teil parasitär werdend.
Stäbchenbakterien,
Streptococcen.

V. Raumbenützer.
Hymenoptera.
*Psammocharidae* (Pompilidae).
*Deuteragenia hircana* F.

## 11. Vorbeugung und Bekämpfung.

Zum Abschluß muß noch der gegen die beiden *Tetropium*-Arten anzuwendenden Vorbeugungs- und Bekämpfungsmittel zusammenfassend gedacht werden. Da ein Großteil der in Betracht kommenden Punkte in den vorgehenden Abschnitten bereits Behandlung gefunden hat, erscheint es gerechtfertigt, wenn die bereits besprochenen hier nur kurz erwähnt, eventuell noch hinzuzufügende etwas näher erörtert werden.

Gegen unsere *Tetropium*-Arten sollen in erster Linie vorbeugende Maßnahmen zur Anwendung kommen. Ihnen ist besonderer Wert beizumessen, denn ihre Durchführung gewährleistet, daß sich der eiserne Bestand nicht übernormal ausbreitet und auch unter dem Einfluß außergewöhnlicher Klimaverhältnisse nicht unerträglich überhand nimmt. Hierher gehören alle jene Maßnahmen, welche zur Erhaltung des gesamten biozönotischen Gleichgewichtes, alles organischen Lebens im Wald beizutragen vermögen. Grundbedingung aller Maßnahmen muß, schon in Anbetracht der Eigenart des Forstbetriebes sein, wo es angängig ist, mit möglichst geringen Sonderkosten das Auslangen zu finden. Maßregeln waldbaulicher Natur kommen daher in allererster Linie in Frage; sie können kurz charakterisiert werden.

1. Standortsgemäße Einbringung der Lärche und Fichte; keine Reinbestände dieser Holzarten außerhalb ihres natürlichen Vorkommens (Mischwälder!); größte Vorsicht im Grenzgebiet des natürlichen Vorkommens. Größte Vorsicht in Trockengebieten. Innerhalb des natürlichen Vorkommens bei der Bestandesbegründung, Rücksicht auf den Wasserhaushalt und die Transpirationsansprüche der beiden Holzarten nehmen!

2. Verjüngung der Holzarten unter dem Schutz des Mutterbestandes. Fichte besonders im Femelschlag und den verschiedenen Saumschlagbetrieben. Kleine, zahlreiche Verjüngungsflächen. Vermeidung des Großkahlschlages um nicht weitringiges, für pilzliche Infektion anfälliges Holz zu erziehen

3. Vermeidung solcher Bestandesverfassungen, die eine Störung des Edaphons bedingen, das $p_H$ auf die sauere Seite verschieben, damit geeignete Bedingungen für *Trametes radiciperda* und *Agaricus melleus* schaffen. Vermeidung von Trockentorf (Rohhumus) bildung.

a) Intensive Bestandespflege, zeitgerechte Durchforstungen.

b) Beimischung von Laubhölzern, bezw. auch Lichtholzarten zur Fichte und Schatthölzern zur Lärche. Vermeidung reiner Bestände, in den Grenzgebieten und außerhalb des natürlichen Vorkommens überhaupt und innerhalb desselben wenigstens dort, wo durch ein Zuviel an Feuchtigkeit Rohhumusbildung eintritt.

4. Bei der Lärche größte Vorsicht in Krebsgebieten!

5. Intensive reinste Wirtschaft im Walde. Eheste Aufarbeitung aller Dürrlinge, Windbrüche, Windwürfe. Ständige Kontrolle der Pilzstellen! Hierbei muß in Trockengebieten oder sehr warmen Lagen die Möglichkeit einer zweiten Schwärmzeit im August—September (doppelte Generation) im Auge behalten werden. Es soll von Mitte April bis Ende September kein zum Befall geeignetes Material im Wald stehen oder liegen. Abfuhr des wintergeschlägerten Holzes bis Mitte April, oder Entrindung desselben. Die Endrindung darf nicht streifenweise erfolgen, da sonst in den verbleibenden Streifen *Tetropium* zur Entwicklung gelangen kann.

6. Schutz der Parasiten und Räuber.

7. Schutz des Schwarzspechtes.

Die Maßnahmen der reinen Bekämpfung treten an Zahl hinter denen der Vorbeugung zurück.

1. Ermittlung aller durch *Tetropium* befallenen Stämme. Bei Fichte durch Harzaustritt am Stamm, Kronenverlichtung, bei Lärche durch Kronenverfärbung kenntlich. Feststellung des Parasitierungsprozentes.

a) Stämme, deren *Tetropium*-Besatz ein hohes Parasitierungsprozent aufweist, sind unentrindet im Wald zu belassen und zwar bis nach Schlüpfen der Parasiten.

b) Stämme, deren *Tetropium*-Besatz ein geringes oder gar kein Parasitierungsprozent aufweist, sind sogleich zu entrinden und aufzuarbeiten. Für Erhaltung ständiger reiner Wirtschaft genügt für 800 ha ebenes Revier eine ständig beschäftigte Säge.

2. Einzelne Pilzstämme, Dürrlinge oder Windwürfe, sowie starkborkiges Brennholz, sind als Fangbäume zu verwenden und unter ständiger Kontrolle zu halten. Hierbei ist in Trockengebieten und warmen Lagen der Möglichkeit einer doppelten Generation Rechnung zu tragen. Fangmaterial müßte vorliegen: Mitte April bis Anfang (Mitte) Juni und Anfang August bis September. Die Entrindung und Vernichtung der Brut muß

erfolgen, bevor die Larven in den Holzkörper eingedrungen sind. Bei einfacher Generation Ende Juli—August, bei doppelter Generation Juli und September, Oktober.

3. Von amerikanischer Seite wird als Bekämpfungsmaßnahme der für höhere Kambialtemperaturen empfindlichen Stammbrüter für manche Fälle ein wöchentliches Drehen der in volle Sonne gerückten Stämme empfohlen.[1]) Hierbei muß auch die Lage der Stämme berücksichtigt werden. Stämme die OW liegen, werden in schmalen Streifen hoch erhitzt; Stämme die NS liegen, auf größerer Fläche geringer erhitzt. Es soll dadurch wohl das verteuernde Entrindungsgeschäft erspart werden. Wenn diese Methode auch volle Beachtung verdient, so muß doch bedacht werden, daß sie in der Ebene wohl leichter, im Gebirge jedoch kaum durchführbar ist. Bei unseren *Tetropium*-Arten führt diese Methode zum Teil zu Erfolg, allerdings stirbt in den starkborkigen Partieen der Lärche die Brut nicht ganz ab, höchstens zum Teil. — Die Nachteile, die dieser Methode anhaften, liegen in der Abhängigkeit von den sommerlichen Witterungsverhältnissen, der Notwendigkeit von Lagerplätzen, Erschwerung der ganzen Manipulation; eine wesentliche Ersparnis wird kaum zu erzielen sein. Jedenfalls aber wäre die Anwendung dieser Methode bei wertvollen Hölzern, die durch die Besonnung im entrindeten Zustand leicht reißen, im Auge zu behalten. Festgestellt müßte werden, welche Insektenarten auf diese Weise bekämpft werden können.

## Nachtrag.

### *Atanycolus initiator* Nees.

In den letzten Tagen wurde dieser Braconide noch aus *Tetropium Gabrieli* erhalten. So daß er auch bei diesem Schädling in die biocönotische Übersicht nachzutragen ist. Ferner rückt dieser Parasit in der Wirksamkeitsreihe nach den jüngsten Zuchtergebnissen von der 15. Stelle auf die 11. Stelle.

### *Ephialtes mesocentrus* Grav.

*Ephialtes mesocentrus* Gravenhorst 1829.
„ *Rex* Kriechbaumer 1854.
„ „ Holmgreen 1860.
„ *mesocentrus* Holmgreen 1860.
„ „ Kriechbaumer 1878.
„ *Rex* Thomson 1888.
„ *mesocentrus* Schmiedeknecht 1907.

[1]) Die Untersuchungen wurden an von *Cyllene pictus* befallenen Hikoryblochen, an von *Platypus* und *Neoclytus cryptocephalus* befallenen Eschen, an von *Bostrichiden*, *Chrysobothris* und *Cyllene* befallenen *Prosapis sp.* und von Holzbrütern befallenen Eschen, Kiefern, Eichen, durchgeführt. Nach 2 Wochen Lagerung in voller Sonne waren 90 % aller Larven bis $^3/_4$ Zoll Tiefe abgetötet. (Craighead.)

♀[1]) Segmente 1 bis 5 länger als breit, Seitenrand von 2 bis 4 nicht abstehend. Innenseite der Vorderschienen ausgerandet. Stigma rostgelb. Nervulus interstitial. Die hintersten Tarsen fast kürzer als die Schienen. Bohrerklappen behaart. Beine rot. Hinterschienen und Tarsen verdunkelt Die Unebenheit der mittleren Hinterleibsegmente wird weniger durch Seitenhöcker als durch schiefe linienförmige Eindrücke hervorgerufen.

♂ hat an der Außenseite der Mittelhüften einen abstehenden Zahn. Fühler fast körperlang, Beine gelbrot, die hintersten Schienen, besonders gegen das Ende und die hintersten Tarsen braun. Hinterleib am Vorderrand der Segmente bräunlich, langgestreckt linear, die mittleren Segmente etwa $2^1/_2$ mal so lang als breit. Stigma an den Rändern dunkler als beim ♀.

Verbreitung: Ganz Europa.

Wirte: Schmiedeknecht gibt als Wirt nach Rondani *Retinia resinella* an.

Ich erhielt Weibchen aus *Tetropium Gabrieli* (Lärche, Mähren) und aus *Tetropium fuscum* (Fichte, Nieder-Österreich).

Die Körpermaße der erhaltenen Weibchen betrugen: Körperlänge 17 bis 19 mm, Bohrer 20 bis 23 mm.

In die biocönotische Übersicht ist demnach dieser Parasit bei beiden *Tetropium*-Arten nachzutragen.

In der Wirksamkeitsreihe figuriert *E. mesocentrus* vor *Ephialtes planifrons* Thoms.

### *Ephialtes dux* Tschek.?

Die Zucht ergab ein Männchen aus *Tetropium fuscum* (Fichte Nieder-Österreich). Wirte sind aus der Literatur nicht bekannt Dieser Parasit kommt in der Wirksamkeitsreihe an die Stelle nach *Ephialtes planifrons*.

## Literatur.


Albarda, H., Révision des Rhaphidides. 1891.

Baudisch, *Callidium luridum* L., Der zerstörende Fichtenbockkäfer, als Bewohner der durch Hallimasch befallenen Fichten. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen. 1896.

Blackmann, M. W. u. Harry H. Stage, Notes on the Insects bred from the Bark and wood of the american Larch. University Syracuse Newyork. XVIII. Nr. 4. 1918.

Bremer, Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. 1928. S. 254 ff.

Buchner, Holznahrung und Symbiose. 1928.

Cajander, Über Waldtypen. Helsingfors. 1921. S. 71.

Clément, *Opuscula Hymenopterologica* I. Die Ophioninengattungen *Pyracmon* Hlgr. und *Rhimphoctona* Först. (*Ichneumonidae*, *Ophioninae*). Deutsche Entom. Zeitschr. 1924. 2.

Craighead, F. C., Hopkins host selection principle as related to certain Cerambycid beetles. Journ. of. Agric. V. XXII. 1921. (Mir nur im Auszug vorliegend.)

— — Direct sunlight as a factor in Forest Control. Ent. Soc. Wash. Vol. 22. Nr. 5. (Mir nur im Auszug vorliegend.)

Dalla Torre, *Catalogus Hymenopterorum.*

Escherich, Die Forstinsekten Mitteleuropas. I. 1914 und II. 1923


[1]) Beschreibung vorzüglich nach Schmiedeknecht.

Escherich, Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. I. das Jahr 1927. Forstwiss. Zentralbl. 1929. 3.
Fahringer, *Opuscula braconologica.* I. Bd.
Francé, Das Leben im Ackerboden. 1922.
Frisch v., Über den Sitz des Geruchsinnes bei Insekten. 1921.
Gangelbauer, Bestimmungstabellen. VII. Verhandlg. d. zoolog. bot. Ges. Wien. 1881. 1883.
Graham, S. A., Factors influencing the subcortical temperature of logs. Eighteenth Report State Entomolog. of Minnesota S. 26–42. 1920.
— — The felled tree trunk as an ecological unit. Ecology. Vol. VI. Nr. 4. 1925. Journ. Minnesota Agr. Exp. Stat.
— — Temperature as a limiting factor in the life of subcortical insects. Journ. of economic entomology. Vol. 17. S. 377.
Hann, Klimatographie von Niederösterreich.
Hase, Physiologische und ökologische Forschungen als Grundlagen praktischer Maßnahmen. Anz. f. Schädlingsk. 1928. H. 5.
Haupt. Monographie der *Psammocharidae* (*Pompilidae*) Mittel-. Nord- und Osteuropas. Beiheft d. deutsch. Entom. Zeitschr. 1926—1927.
Hopkins, A. D., Economic Investigations of the Scolylid Bark and Timber Beetles of North America. U. S. Dept. Agr. Progr. of W. 1917. (Mir nur im Auszug vorliegend.)
Janke-Zickes, Arbeitsmethoden der Mikrobiologie. 1928.
Kuhl v., *Forficula auricularia* usw. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökolog. d. Tiere. 1928. S. 531.
Leiningen-Westerburg, W. Graf zu: Edaphische Faktoren. In Rubners Pflanzengeogr. Grundlagen d. Waldbaues.
Marshall, in André, Species des Hymenoptères. V. S. 217. IV. S. 239.
Münch, Untersuchungen über die Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. Nat. Zeitschr. f. Forst. u. Landw. 1909.
Pauly, Über die Generation des Fichtenbockes *Callidium luridum.* Allg. Forst- u. Jagdztg. 1888. S. 309 ff.
Reiter, Fauna Germanica.
Rubner, Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues.
Schröder, Handbuch der Entomologie.
Schmiedeknecht, *Opuscula Ichneumonologica.*
Schindler, Klimatographie v. Mähren u. Schlesien.
Schubert. Eine neue Charakteristik des Waldklimas. Jahresber. d. dtsch. Forstv. 1926. S. 221.
Seitner, Beobachtungen beim Kiefernspinnerfraß im Großen Föhrenwald bei W.-Neustadt. 1913—1914. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1915.
Seitner, Ziele der angewandten forstlichen Entomologie. Bericht anl. d. Amtsantrittes d. f. d. Studienjahr 1916/17 gewählten Rektors der k. k. Hochschule f. Bodenkultur in Wien. (Rektorsinaugurationsrede.)
— — Der Kiefernspanner in Galizien 1915—1917. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1921.
— — Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 bis einschl. 1923. — Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1923 und 1924.
Stellwaag. Die Schmarotzerwespen als Parasiten. Monogr. z. angew. Entom. 1925.
Schedl, Erwiderung zum Aufsatze: Verkummern und Verderben von Bruten forstschädlicher Insekten von Forstrat Nechleba. Anz. f. Schädlingskunde. 1928. S. 109 ff.
Schimitschek, Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus *Dreyfusia Nüsslini* C. B. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1928.
— — *Clytus lama* Muls. usw. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1928.
Saalas U., Über die Borkenkäferfauna und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. Acta forest. fennica 10. 1919.
Weise: *Tetropium Gabriele* n. sp. Deutsch. Entom. Zeitschr. 1905. S. 136.
Wiedemann, Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte. 1925.

# Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie des Borkenkäfers Pityogenes chalcographus L.

Von

**F. Schwerdtfeger.**

(Aus dem zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Hann. Münden)

(Mit 17 Abbildungen.)

---

**Inhalt.**

Seite

1. Einleitung . . . . . 336
2. Morphologie und Histologie der Geschlechtsorgane . . . . . 337
   a) Methodik . . . . . 337
   b) Gliederung und Entwicklung des Genitalapparates . . . . . 338
   c) Morphologie der weiblichen Geschlechtsorgane . . . . . 339
   d) Histologie der weiblichen Geschlechtsorgane . . . . . 343
   e) Morphologie der männlichen Geschlechtsorgane . . . . . 347
   f) Der Penis . . . . . 348
   g) Histologie der männlichen Geschlechtsorgane . . . . . 351
   h) Auswertung . . . . . 355
3. Äußere Geschlechtsmerkmale . . . . . 356
4. Überwinterung der Käfer . . . . . 358
   a) in den Geburtsstätten . . . . . 358
   b) in Überwinterungsgängen . . . . . 367
   c) an anderen Orten . . . . . 369
5. Die Flugzeit . . . . . 370
   a) Beginn des Schwärmens . . . . . 370
   b) Verschiedenheit im Auskriechen der Männchen und Weibchen . . . . 375
   c) Wahl des Brutbaumes. . . . . 383
      α) Wahl der Holzart . . . . . 384
      β) Art des Befalls . . . . . 385
   d) Anlegen der Rammelkammer . . . . . 397
6. Begattung und Eiablage . . . . . 398
   a) Begattung . . . . . 398
   b) Eiablage . . . . . 400
   c) Zahl und Länge der Muttergänge. Zahl der Eier . . . . . 401
   d) Einmalige oder mehrmalige Begattung . . . . . 403
7. Verbleiben der überzähligen Männchen . . . . . 415
8. Anhang: Über die forstliche Bedeutung des Kupferstechers . . . . . 419

Literatur . . . . . 424

## 1. Einleitung.

Anlaß zu vorliegender Arbeit gab ein im Oktober 1925 in der „Silva" erschienener Aufsatz von R. Vogel: Bemerkungen über das Geschlechtsverhältnis und die Fortpflanzungsbiologie rindenbrütender Borkenkäfer. Angeregt durch die Beobachtung Seitners (80)[1]), daß Männchen und Weibchen des polygamen *Ips typographus* in den Geburtsstätten in gleicher Anzahl auftreten, untersuchte Vogel den in weit ausgesprochenerem Maße polygamen *Pityogenes chalcographus* auf sein Geschlechtsverhältnis und konnte feststellen, daß auch hier in den Brutstätten durchschnittlich 1 Männchen auf 1 Weibchen entfällt, während in den nach dem Ausschwärmen angelegten Fraßfiguren stets 1 Männchen in Gemeinschaft mit 3—6 Weibchen gefunden wird. Vogel warf nunmehr die naheliegende Frage nach dem Verbleib der überzähligen Männchen auf und fand auch eine einleuchtende Erklärung. Diese auf ihr tatsächliches Bestehen hin zu prüfen, war die ursprüngliche Aufgabe meiner Arbeit.

Da neben der von Vogel vorgeschlagenen Lösung noch andere Möglichkeiten bestanden, die Frage nach dem Verbleib der Männchen zu beantworten, mußten zur Prüfung all dieser Erklärungsversuche weite Gebiete der Fortpflanzungsbiologie des Kupferstechers herangezogen werden, die zum Teil noch nicht untersucht waren. Es war also nötig, die durch Arbeiten früherer Autoren bekannten Tatsachen durch neue Untersuchungen zu ergänzen.

Die zur Lösung der gestellten Aufgabe unternommenen Versuche nahmen einen unerwartet großen Umfang an; auch ergab sich manches, was für die Frage nach dem Verbleib der Männchen bedeutungslos war, für die Kenntnis der Biologie des Kupferstechers jedoch wissenswert erschien. So ist schließlich eine Arbeit entstanden, in der das ursprüngliche Ziel nur noch einen kleinen Bestandteil eines zwar lückenhaften, aber zusammenhängenden Bildes der Fortpflanzungsbiologie von *P. chalcographus* bildet.

Die biologischen Versuche wurden teils in der Wohnung des Verf. in Köln, zum weitaus größeren Teile im Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule zu Hann. Münden ausgeführt. Die anatomisch-histologischen Untersuchungen wurden teilweise im Zoologischen Institut zu Hann. Münden und teilwsise im Zoologischen Institut der Universität Köln durchgeführt.

Es ist mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Rhumbler für die Anregung zu vorliegender Arbeit sowie für die liebenswürdige Unterstützung während ihrer Ausführung meinen ergebensten und herzlichsten Dank auszusprechen. Ferner danke ich dem seinerzeitigen Hilfsarbeiter des Mündener Zoologischen Instituts, Herrn Förster Braatz

[1]) Die Zahlen weisen auf das Literaturverzeichnis am Schluß dieser Arbeit hin.

für seine mir stets in freundlichster Weise gewährte Hilfe. Es sei mir auch gestattet, Herrn Prof. Dr. Bresslau-Köln, sowie Herrn Privatdozent Dr. Harnisch-Köln an dieser Stelle für ihre freundlichen Unterstützungen und Ratschläge meinen ergebensten Dank zu sagen.

## 2. Morphologie und Histologie der Geschlechtsorgane.

Seit Nüsslins Zeiten ist eine Beschäftigung mit der Fortpflanzungsbiologie eines Borkenkäfers ohne eingehende Kenntnis seiner Geschlechtsorgane undenkbar. Verf. hielt es für nützlich, den biologischen Ausführungen eine Beschreibung der Geschlechtsorgane des Kupferstechers, sowohl im unentwickelten als auch im geschlechtsreifen Zustand, voranzusetzen. Daß neben der Morphologie auch die Histologie in den Kreis der Betrachtungen gezogen wurde, erklärt sich aus der Tatsache, daß manche morphologischen Eigentümlichkeiten nur unter Berücksichtigung der Histologie verständlich werden. Zudem ist die Histologie der Geschlechtsorgone der Scolytiden so gut wie nicht beschrieben. Natürlich konnte auf Einzelheiten nirgends eingegangen werden, da die Beschreibung der Geschlechtsorgene ja nicht Selbstzweck, sondern lediglich Mittel zur Untersuchung der biologischen Verhältnisse des Kupferstechers sein sollte.

### a) Methodik.

Zur Herstellung von Totalpräparaten der Geschlechtsorgane wurden die Käfer in 95prozent. Alkohol getötet und fixiert und darauf in 70prozent. gebracht. Es erwies sich als nicht ratsam, die Käfer länger als zwei Tage in dem Alkohol zu belassen, da längere Einwirkung die Gewebe so mürbe machte, daß eine Präparation sehr erschwert oder gar unmöglich wurde. Da aber frische Käfer stets zur Verfügung standen, lag kein Bedürfnis vor, die getöteten Käfer längere Zeit aufzubewahren. Sie wurden unter dem binokularen Mikroskop in einer Schale mit Wachsboden unter Wasser vom Rücken her aufgeschnitten. Die herauspräparierten Geschlechtsorgane wurden mit Alaunkarmin gefärbt. Die so erhaltenen Präparate lassen meist schon alles erkennen, was in einer biologischen Arbeit wissenswert erscheint. Für genauere Untersuchungen läßt sich jedoch die Schnittmethode nicht umgehen.

Zur Herstellung von Schnitten mußten Fixiermittel angewandt werden, die bei bester Konservierung der Gewebe leicht durch den Chitinpanzer eindringen. Als gut erwies sich das Gemisch von Carnoy (6 Teile Alc. abs., 3 Teile Chloroform, 1 Teil Eisessig). Die Käfer wurden lebend hineingetan und nach etwa 10 Minuten in 96prozent. Alkohol überführt. Mit gleichem Erfolge wurde auch das von Saling (20) angegebene Gemisch angewandt (56 ccm Sublimat conc. in aq. dest., 40 ccm Alc. 96prozent., 4 ccm Acidum nitr. conc.); hier blieben die Käfer 2 Minuten in der siedenden Flüssigkeit und wurden dann sofort in 96prozent. Alkohol gebracht. Puppen und eben ausgeschlüpfte Jungkäfer wurden, letztere nach Entfernung der dickchitinigen Flügeldecken, ohne weiteres aus dem 96prozent. in absoluten Alkohol überführt und dann über Zedernholzöl in Paraffin eingebettet; es empfahl sich, sie mindestens 24 Stunden im flüssigen Paraffin zu belassen, damit eine ordentliche Durchtränkung stattfinden konnte. Die Schnittdicke betrug 10 $\mu$. Gefärbt wurde mit Delafieldschen Hämatoxylin in Verbindung mit Eosin oder Orange G.

Ältere Imagines mit harter Chitindecke wurden zur Erweichung des Chitins mit Diaphanol behandelt. Nach der Fixierung blieben die Käfer mehrere Tage in 96prozent. Alkohol und wurden dann in verschlossene, im Dunkeln aufbewahrte Gläser mit Diaphanol

gebracht. Die nach Salingscher Methode behandelten waren nach 24 Stunden vollkommen weiß und enichittnisiert, während die nach Carnoy fixierten Käfer mindestens 3 Tage in Diaphanol bleiben mußten; auch traten in letzterem Falle Schrumpfungen des Abdomens ein. Bei nachfolgender Diaphonolbehandlung ist demnach das Salingsche Gemisch dem von Carnoy vorzuziehen. Nach der Entchitinisierung wurden die Käfer in mehrmals gewechseltem 95prozent. Alkohol ausgewaschen und dann wie oben weiter behandelt. Die Schnittdicke betrug hier 15 $\mu$.

## b) Gliederung und Entwicklung des Genitalapparates.

Bei beiden Geschlechtern sind am Genitalorgan zwei in ihrer Funktion völlig verschiedene Teile zu unterscheiden: die keimbereitenden Drüsen und deren Ausführungsgänge. Es sind zwei, sich wiederum paarig zusammensetzende Keimdrüsen (Eierstöcke, Hoden) vorhanden, in denen die Geschlechtsprodukte bereitet werden. Aus den Keimdrüsen entspringen im weiblichen Geschlecht die Eierkelche, im männlichen die Vasa deferentia. Diese paarigen Gänge vereinigen sich zu dem unpaaren Endkanal (Eileiter, Ductus ejaculatorius). Siehe Abb. 1. Zu diesem Grundschema treten bei beiden Geschlechtern wichtige Anhangsteile hinzu. Zwischen Vas deferens und Ductus ejaculatoius findet sich ein kugeliges Gebilde, dessen einzelnen Teilen Nüßlin (19) die Namen Zunge, Becher und Mantel gegeben hat, das in seiner Gesamtheit von Harnisch (10) bei den Chrysomeliden als Prostata bezeichnet wurde. In dieses Organ mündet eine Schleimdrüse. Das Ende des Ductus ejaculatorius wird vom Begattungsorgan, dem Penis, aufgenommen. Im weiblichen Geschlecht sind als wichtige Anhangsgebilde das Receptaculum seminis sowie die Kittdrüse zu nennen.

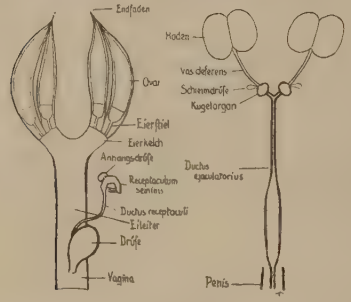



Abb. 1.
Schema der Genitalorgane von *P. chalcographus*. Die dick umrandeten Teile sind ektodermaler, die übrigen mesodermaler Herkunft.

Genetisch sind die einzelnen Teile nicht gleichwertig. In sehr jungen Stadien der Embryonalentwicklung trennen sich vom Mesoderm einzelne Keimzellen ab, die sich zur Keimdrüse ausbilden. In der Larve sind Hoden und Eierstöcke noch sehr klein. Ihnen wächst eine unter dem After beginnende Einstülpung des Ektoderms entgegen, welche die Anlage der Ausführgänge darstellt. Keimdrüsen nnd Ausfuhrkanäle sind in der Larve noch getrennt. Erst bei Beginn des Puppenstadiums verschmelzen der mesodermale und der ektodermale Teil. Siehe Abb. 2.

Der ektodermale Teil des Geschlechtsorgans ist durch eine chitinige Intima ausgezeichnet. Durch Behandlung mit 35prozent. Kalilauge werden die Gewebe zerstört, nur die Intima bleibt erhalten. Auf diese Weise läßt sich am erwachsenen Genitalorgan leicht feststellen, wieweit es ektoder-

maler und mesodermaler Herkunft sei. Aus dem Ektoderm entstanden sind im männlichen Geschlecht der Penis und der Ductus ejaculatorius; seine Intima reicht nicht nur bis zum Ende des unparen Kanals, sondern setzt sich proximal in die paarigen Ausführungsgänge fort bis zum Becher, den sie ebenfalls innen überzieht (Abb. 1). Als Ductus ejaculatorius sind demnach nicht nur der unpaare Teil, sondern auch die distalen Enden der paarigen Gänge zu bezeichnen. Der Becher stellt sich als Endgebilde des ektodermalen Abschnitts dar, in den die mesodermale Zunge hineinragt. Beim Weibchen sind Eileiter, Receptaculum und Kittdrüse mit Chitin ausgekleidet.

### c) Morphologie der weiblichen Geschlechtsorgane.

Stein (23) unterscheidet in seiner Monographie der weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer drei Hauptabschnitte des Genitalorganes: das

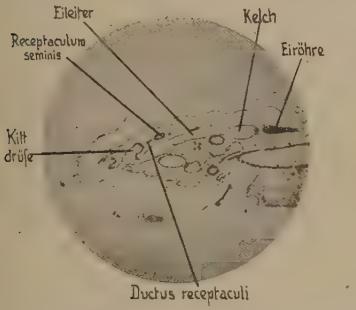



Abb. 2. Längsschnitt durch das Abdomen einer älteren Puppe. Photographie. Vergr. 50.

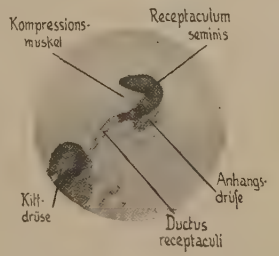



Abb. 3. Kittdrüse und Befruchtungsapparat. Photographie. Vergr. 100.

Bildungsorgan der Eier mit seinen Ausführungsgängen, das Begattungsorgan und das Befruchtungsorgan. Diese Einteilung ist auf die funktionelle Verschiedenheit der einzelnen Abschnitte gegründet und erhebt keinen Anspruch auf entwicklungsgeschichtliche Unterlage; sind doch im ersten Abschnitt mesodermale und ektodermale Teile vereinigt! Der Vorzug dieser Unterscheidung liegt in ihrer Übersichtlichkeit, und deshalb sei sie auch hier angewandt.

Dem ersten Organ fällt die eigentliche Aufgabe des weiblichen Genitals zu, nämlich die Eier zu erzeugen und sie dorthin zu leiten, wo sie durch die beiden weiteren Organe die Fähigkeit zur Fortentwicklung erlangen. Dieser ursprünglichste Teil des Geschlechtsapparates setzt sich zusammen aus den Eiröhren, den Eierkelchen und dem Eileiter. Wie alle Borkenkäfer besitzt *P. chalcographus* vier Ovarien, die paarig den beiden Eierkelchen aufsitzen. Eiröhren und Eierkelche bilden in ihrer Gesamtheit die Eierstöcke. Stein nennt diese, nur bei den Rhynchophoren auftretende Form „gezweite Eierstöcke, ovaria geminata".

Die Eiröhren sind im Querschnitt kreisrunde, beim Jungkäfer spindelförmige Gebilde; ihr vorderes, spitzes Ende läuft in einen Endfaden aus. Unmittelbar nach ihrem Ursprung vereinigen sich die beiden Endfäden eines Eierstockes miteinander. Im histologischen Teil wird näher auf den Endfaden eingegangen werden. Das distale Ende der spindelförmigen Eiröhre ist abgerundet; es sitzt nicht unmittelbar dem Eierkelch auf, sondern ist mit ihm durch den Stiel verbunden, der ungefähr ebenso lang wie der Kelch, aber bedeutend dünner[1]) ist. (S. Abb. 1.) Der Kelch ist ein kurzer, weitlumiger Blindsack, auf dessen geschlossenem Ende die beiden Eiröhren mit ihren Stielen aufsitzen. Die Eierkelche vereinigen sich zum Eileiter, einem unpaaren, weiten Schlauch.

Mit zunehmender Geschlechtsreife wachsen die Ovarien, bis sie schließlich die doppelte ursprüngliche Länge und an ihrer dicksten Stelle den dreifachen Durchmesser besitzen. In den meisten Fällen ist eine deutliche Dreigliederung der Röhre zu erkennen. Die untere Hälfte nimmt ein nahezu reifes Ei ein, darüber folgt ein weniger entwickeltes, und an der Spitze liegt das Keimfach, das in mit Alaunkarmin gefärbten Präparaten mit einer großen Zahl dunkler Kerne gefüllt erscheint. Nicht immer sind zwei Eier in mehr oder minder reifem Zustande vorhanden, zuweilen auch eine größere oder kleinere Anzahl. Die Dreiteilung stellt nur den am häufigsten vorkommenden Fall vor.

Ein eigentliches Begattungsorgan, wie es bei den meisten Borkenkäfern in der Bursa copulatrix entwickelt ist, besitzt *P. chalcographus* nicht. Nüßlin (19) will bei *Pityogenes* „den meist kurzen aber angeschwollenen Stiel des Receptaculums als funktionelles Analogon der Bursa ansehen". Dem widerspricht mein Befund. Nüßlin gibt leider keine Abbildung des Genitalorgans von *Pitgogenes*, sondern nur eine von *Ips*, die wahrscheinlich auch die Verhältnisse bei *Pityogenes* charakterisieren soll, da beide Gattungen gemeinsam behandelt werden. Das Bild zeigt einen kurzen, erweiterten Samengang. Bei *Pityogenes* sind die Verhältnisse aber ganz anders. Der Ductus ist lang und dünn, ohne irgendwelche Anschwellung am unteren Ende (Abb. 3). Das Lumen ist zur Aufnahme des Penis viel zu eng. Eine Erweiterung des Lumens ist auch undenkbar, da die Wandung dünn und ungefaltet ist. Bei einer Einführung des Penis würde das zarte Epithel wahrscheinlich zerreißen. Eine funktionelle Vertretung der Bursa durch den Ductus receptaculi dürfte bei *P. chalcographus* ausgeschlossen sein, zumal der Samengang nicht in den Eileiter sondern in die sogenannte Kittdrüse einmündet.

Auch in der Beschreibung der „Kittdrüse" ist Nüßlin ein Fehler unterlaufen. Es ist ein birnenförmiges Gebilde (Abb. 3), das mit einem kurzen Stiel in den Eileiter nahe seinem distalen Ende einmündet.

[1]) Die genaueren Maße sind am Schluß des 2. Abschnitts zu finden.

Nüßlin sagt (19, S. 307): „Nur *Eccoptogaster* und *Ernoporus* ermangeln einer Kittdrüse. — Die Kittdrüse ist bei allen übrigen Borkenkäfern außer *Cryphalus* paarig entwickelt.“ Verf. konnte bei *P. chalcographus* nur eine, dorsal vom Eileiter gelegene Drüse feststellen. Die Nüßlinsche Behauptung paarigen Vorkommens der Kittdrüse bei sämtlichen Borkenkäfern außer *Eccoptogaster*, *Ernoporus* und *Cryphalus* ist also zu berichtigen, ebenfalls die das System der Borkenkäfer betreffenden Folgerungen aus dieser irrigen Auffassung.

Es wurde oben gesagt, der Samengang münde in die Kittdrüse ein. Diese eigenartige Tatsache läßt sich auf Totalpräparaten, die Nüßlin wohl für seine systematischen Forschungen vorwandt hat, kaum erkennen. Die Drüse liegt dem Eileiter dicht an, und in den Winkel zwischen beiden sieht man den Ductus sich einschieben und verschwinden. Es liegt nahe anzunehmen, daß er nicht in die Drüse, sondern in den Eileiter einläuft. Schnittserien ergeben dagegen folgendes: die Drüse ist durch eine Zellwand in zwei Kammern geteilt, eine dorsale und eine ventrale. In die ventrale, also die dem Eileiter genäherte, Kammer mündet von oben her, etwas lateral, der Samengang ein (Abb. 4). Es wäre denkbar, daß es sich hier garnicht um ein drüsiges Organ handelt, sondern um die Bursa copulatrix, deren Vorhandensein bisher verneint wurde. Dem widerspricht aber die histologische Beschaffenheit des Gebildes; das Epithel besteht ausschließlich aus Drüsenzellen, und der innere Hohlraum ist im Verhältnis zur Ausbildung des Drüsenepithels äußerst klein (Abb. 4 und 7). Wahrscheinlich nimmt weder die Drüse noch der Ductus receptaculi den Penis bei der Begattung auf, sondern der untere Teil des Eileiters, der dann als Vagina zu bezeichnen wäre. Leider ist es Verf. bisher nicht gelungen, ein Pärchen in Copula zu präparieren; dies würde jedenfalls den besten Aufschluß geben.

Abb. 4. Schema der Kittdrüse.

„Über die funktionelle Bedeutung der Kittdrüse fehlt uns noch jeder sichere Anhaltspunkt. „Mit dieser Feststellung begnügt sich Nüßlin. Escherich (7, S. 110) schreibt: „Ihre Sekrete dienen dazu, die Eier an der Unterlage festzukleben, oder aber sie mit besonderen Kokons zu umgeben, oder die im Wasser abgelegten Eier in Gallerte (Laich) einzubetten und noch zu vielen andern Zwecken.“ Von diesen ganz allgemein für sämtliche Insekten dargestellten Funktionen der Kittdrüse käme für die Borkenkäfer nur das Festkleben der Eier an die Unterlage in Frage. Klebt aber *Pityogenes* seine Eier an? Die mit einem Ei belegte Grube wird mit Bohrmehl fest verstopft, sodaß ein Verrücken des Eies unmöglich wird. Hierdurch wird ein Ankleben überflüssig gemacht; denn ein Grund

zum Ankleben ist doch nur vorhanden, wenn verhindert werden soll, daß das Ei aus seiner Lage gerät; dies wird aber schon durch die Bohrmehlpolsterung unmöglich gemacht. Versucht man, mit einer Nadel ein Ei aus seiner Grube zu entfernen, so ist ebenfalls von einem Angeklebtsein nichts zu spüren. Könnte die Drüse nicht Stoffe produzieren, die zur sexuellen Reizung des Männchens dienen? Oder aber das Sekret dient zur Lebenderhaltung des bei der Begattung empfangenen Samens. Wie gesagt mündet der Samengang in die Drüse. Das Sperma würde dann aus der Vagina in die Drüse gelangen, sich hier mit dem Sekret mischen und seinen Weg in den Befruchtungsapparat hinein fortsetzen. Doch sind dies Spekulationen, die sich vorläufig nicht beweisen lassen.

Der durch seine starke, querlinige Chitinisierung auffallendste Bestandteil des Befruchtungsorgans ist das Receptaculum seminis. Seine Gestalt ist lang und hufeisenartig gekrümmt; es beginnt mit einer engen Öffnung, wird allmählich breiter und läuft schließlich wieder spitz zu (Abb. 3). In die Öffnung mündet der schon oben besprochene Samengang. Dem der Öffnung genäherten Drittel des Receptaculums sitzt die halbmondförmige Anhangsdrüse auf. Ihr Lumen ist mit dem des Receptaculums durch ein zapfenförmiges Chitinröhrchen verbunden.

Der ganze Apparat dient zur Befruchtung der durch den Eileiter herabgleitenden Eier. Die Spermatozoen wandern durch den Ductus receptaculi in das Receptaculum seminis und werden hier so lange aufbewahrt, bis sie zur Befruchtung benötigt werden. Ist der Zeitpunkt gekommen, so tritt ein auf der konkaven Seite der Samenblase zwischen den beiden Schenkeln ausgespannter Muskel in Tätigkeit, der aus parallel nebeneinander liegenden, quergestreiften Muskelfasern besteht und von Stein (23) Kompressionsmuskel genannt wurde (Abb. 3). „Er hat jedenfalls den Zweck, zum Behuf der Befruchtung durch Kontraktion seiner Fasern die beiden Schenkel der Samenkapsel einander noch mehr zu nähern und dadurch einen Teil der eingeschlossenen Spermatozoen aus der Samenkapsel in den Samengang und durch diesen in die Scheide auf die zu befruchtenden Eier zu treiben."

Escherich (7) bezeichnet als Aufgabe der Anhangsdrüse die Ausscheidung von Sekreten, die zur Lebenderhaltung des Samens dienen. Nüßlin (18, S. 291) weist ihr eine andere Funktion zu: „Nach meinen Forschungen dient ganz allgemein die Anhangsdrüse bei Rüsselkäfern (*Pissodes*) und Borkenkäfern als Spermareservoir und würde viel eher den Namen „Receptaculum seminis" verdienen als die Samenblase selbst, da letztere nicht selten zur gleichen Zeit leer ist, wenn die Anhangsdrüse gefüllt erscheint. Aller Wahrscheinlichkeit ist die chitinige, durch Kompressionsmuskeln im Lumen veränderliche Samenblase ein Organ zur Regulierung des Inhalts der Anhangsdrüse. Es wird pumpend bei der Füllung und Entleerung, letztere zur jeweiligen Befruchtung reif gewordener Eier tätig sein".

### d) Histologie der weiblichen Geschlechtsorgane.

Bei der Betrachtung des Ovars sei zunächst die Peritonealhülle, dann der Endfaden und schließlich die Eiröhre im engeren Sinne behandelt.

Die Tunica peritonealis ist ein aus dem Fettkörper hervorgehendes, accessorisches Gebilde, das mit dem Geschlechtsapparat in keinem unmittelbaren Zusammenhang steht. Sie ist modifiziertes Fettgewebe, daß der Eiröhre als umhüllender Mantel dient. Entsprechend ihrer Entstehung liegt sie dem Fettkörper dicht an. Es kommt häufig vor, daß sich auf Schnitten die etwas geschrumpften Eiröhren von dem umgebenden Fettgewebe loslösen; dann bleibt die Peritonealhülle meist mit dem Fettkörper verbunden, zwischen ihr und der Eiröhrenwand klafft eine Lücke.

Die Peritonealhülle (Abb. 5) ist eine einschichtige Haut, bei der Zellgrenzen nicht zu erkennen sind. Dagegen sind die einzelnen Kerne deutlich sichtbar. Die Durchmesser der Kerne sind größer als die Dicke der Hülle, sodaß jeder Kern durch eine beiderseitige Auftreibung der Haut gekennzeichnet ist. Muskelfasern, die Stein als Hauptbestandteil der Tunica peritonealis angibt, die aber schon von anderen Autoren als nebensächlicher, bei manchen Formen fehlender Bestandteil bezeichnet wurden, sind bei P. chalcographus nicht zu erkennen.

Das proximale zugespitzte Ende des Ovars mündet in den Endfaden, einen dünnen, plasmatischen Strang, in dem sehr kleine Kerne eingebettet liegen. Umgeben ist dieser Plasmastrang von der Tunica propria und der Tunica peritonealis (Abb. 5). Die Endfäden je zweier zusammengehöriger Eiröhren vereinigen sich kurz nach ihrer Entstehung; der Verlauf der so gebildeten Doppelendfäden läßt sich auf den Schnitten nicht weiter verfolgen. Analog den Funden bei anderen Insekten ist die Annahme zwingend, daß sie sich zum Verbindungsstrang vereinigen, der vielleicht frei im Fettkörper endigt, wie es Heymons (11) bei *Phillodromia* feststellte, der aber auch wie bei dem von Demandt (5) untersuchten *Dytiscus* mit dem Chitinskelett das Mesothorax verbunden sein mag.

Die Eiröhre ist von der Tunica propria, einer dünnen, strukturlosen Membran umhüllt, die, anders als die Tunica peritonealis, eine kutikulare Ausscheidung der oberflächlichen Zellenlage der Eiröhre darstellt.

Abb. 5 veranschaulicht das Ovar eines eben ausgeschlüpften Jungkäfers. Das proximale Ende der Röhre ist von Zellen mit großen Kernen erfüllt, deren Chromatin kreisförmig an der Peripherie angeordnet ist. Es sind die Keimzellen oder Oogonien. Distalwärts finden sich anders geartete Zellen, die aus den Oogonien hervorgegangenen Oocyten. Sie unterscheiden sich von den ersteren durch größere Plasmaanhäufung und durch Kerne mit regellos durcheinander liegenden Chromatinkörnern.

Zwischen diesen Keimzellen finden sich, allerdings bei P. chalcographus sehr schwer erkennbar, kleine Epithelzellen. Nur die dunklen Kerne sind als schwarze Punkte neben den Oogonien und Oocyten sichtbar. Epithel- und Keimzellen sollten nach der Lehre des vorigen Jahrhunderts aus einheitlichen Elementen entstehen. Vor allem durch Claus (4) wurde diese Lehre befestigt. Sie blieb nicht unangefochten; aber nach den umfangreichen Untersuchungen Korschelts (15) blieb sie als unbestrittener Sieger am Platze. Korschelt fand, daß „Ei-, Nähr- und

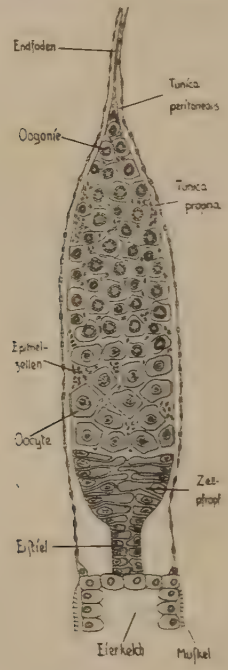



Abb. 5. Längsschnitt durch den Eierstock eines Jungkäfers. Vergr. 260.

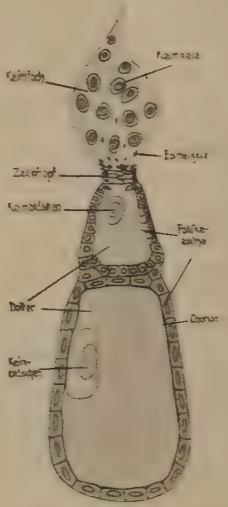



Abb. 6. Längsschnitt durch eine Eiröhre eines alten Käfers. Vergr. 160.

Epithelzellen durch direkte Umwandlung der Elemente der Endkammer ihren Ursprung nehmen, und daß sich die letzteren wiederum bis in die indifferenten Elemente des Endfadens verfolgen lassen". Alle Untersuchungen hatten aber den Nachteil, daß sie am Imago, nur selten an der Puppe oder Larve gemacht worden waren; eine systematische Betrachtung der aufeinander folgenden Entwicklungsstadien war niemals vorgenommen worden. So ist es nicht verwunderlich, daß, als einmal die Embryologie der Insekten näher untersucht wurde, die aus einem einzigen Entwicklungsstadium gezogenen Schlüsse als falsch erkannt, und die Anschauung von der einheitlichen Entstehung der verschiedenen Zellen-

elemente des Ovars umgeworfen wurde. Heymons (11) fand bei *Phyllodromia germanica*, und später auch bei anderen Insekten, daß schon in sehr jungen Embryonalstadien einerseits Epithel-, andererseits Keimzellen entstehen, sodaß von einem einheitlichen Ursprung nicht die Rede sein kann. Spätere Forscher haben die Heymonsschen Ergebnisse bestätigt, so u. a. Groß (9), der wie Korschelt die Epithelzellen mit denen des Endfadens identifiziert, der aber die Keimzellen unabhängig von diesen entstehen läßt.

Das distale Ende des Ovars ist mit quergestellten, langgestreckten Zellen erfüllt, die dicht nebeneinander gelagert sind. Sie bilden gleichsam einen Pfropfen zum Verschluß der Eiröhre, und Demandt nennt dieses Gebilde auch Zellpfropf. Es besteht aus Epithelzellen.

Während so das unreife Ovar einen einheitlichen Eindruck macht, tritt beim älteren Tier eine deutliche Trennung zwischen mehr oder weniger entwickelten Eizellen und dem Keimfach ein. Beim jungen Individuum bildet ja das ganze Ovar das Keimfach, später wird es auf das proximale Ende der Eiröhre beschränkt. Aber nicht nur an Raum nimmt es ab, auch histologisch scheint es verändert (Abb. 6). Im Innern des Keimfachs sind bedeutend weniger, aber größere Zellen vorhanden, als in jungen Eiröhre der Epithelzellen finden sich hauptsächlich am distalen Ende; hier bilden sie wiederum einen, wenn auch kleinen Zellpfropf. Die Entstehung eines Eies spielt sich in der Weise ab, daß mehrere Keimzellen in den pfropfartigen Epithelzellhaufen sinken; eine dieser Keimzellen vergrößert sich stark; ihr Chromatin löst sich in feinste Körnchen auf und verteilt sich gleichmäßig im schnell wachsenden Kern. So nimmt der Kern allmählich das charakteristische Aussehen des Keimbläschens an. Die übrigen Keimzellen fungieren lediglich als Nährzellen und und werden zu Dotter umgeschmolzen. Die Epithelzellen gruppieren sich um das Ei herum und bilden die Follikelschicht. Unter dem Keimfach in Abb. 6 sehen wir ein Ei in diesem Stadium. Das Plasma einzelner Follikelzellen steht mit der Dotter in Zusammenhang. Es ist möglich, daß über diese Brücken Nährstoffe von den Follikelzellen an das Ei abgegeben werden, wie Mollison es für *Melolontha vulgaris* nachgewiesen hat. In dem darunterliegenden, späteren Stadium hat sich das Ei bedeutend gestreckt. Die Follikelzellen haben diese Streckung mitgemacht; sie sind im Längsschnitt ungefähr dreimal so groß wie vorher. Um den Dotter hat sich eine Haut gebildet, das Chorion, das als kutikulare Ausscheidung der Follikelzellen anzusehen ist.

Im jungen, noch nicht in Keimfach und Eizellen gegliederten Ovar setzen sich die Epithelzellen des Pfropfes unmittelbar in die Zellen des Eiröhrenstieles fort (Abb. 5). Ein Unterschied zwischen Pfropfzellen und Stielzellen ist nicht zu erkennen. Die Kerne sind peripher gelagert, so daß sie im Querschnitt durch den Stiel wie ein unter der Tunica propria gelegener Kranz erscheinen. Beim jungen Tier schließen

die Zellen in der Mitte dicht zusammen; ein innerer Hohlraum ist nicht zu erkennen. Der Stiel ist von dem etwa viermal breiteren Eikelch durch eine Zellplatte getrennt, die ebenfalls im Jugendzustand keine Durchtrittsöffnung für das Ei zeigt. Sie dient als Anheftungsplatte für die Peritonealhülle. Beim alten Weibchen, das schon Eier gelegt hat, ist vom Stiel nicht viel zu erkennen. Sein Lumen ist weit auseinander gedrängt, die Zellen sind an die Peritonealhülle gerückt, und die Zellplatte ist durchstoßen, sodaß Stiel und Eierkelch ohne merkbare Grenze ineinander übergehen. Dort, wo ehemals der Stiel war, sind nunmehr die Corpora lutea zu finden, die Überreste der abgestoßenen und degenerierten Follikelzellen.

Abb. 7. Längsschnitt durch die Kittdrüse. Vergr. 640.

Das Epithel des Eierkelches ist einschichtig und von Längsmuskeln umgeben. Eine Intima ist nicht vorhanden.

Der Eileiter zeigt im Gegensatz zum Eierkelch eine mächtige Faltung. Der innere Hohlraum ist ziemlich klein, kann aber infolge der Faltung der Wand sehr stark erweitert werden. Auch hier wird das Epithel von einer Längsmuskelschicht umgeben. Eine Intima ist vorhanden. Nach dem distalen Ende zu wird die Faltung immer stärker. Neben den bisher nur vorhandenen Längsmuskeln sind nun auch Quermuskeln sichtbar.

Hier mündet die „Kittdrüse“ in den Eileiter. Ihr Epithel ist nahe dem Eingang zweischichtig; die Zellen sind kubisch (Abb. 7). Mit zunehmender Entfernung vom Drüsenstiel werden die Zellen der äußeren Schicht allmählich schmäler und langgestreckt. Das Plasma zieht sich zu einer dünnen Haut aus, in der ganz vereinzelt die dunklen Kerne liegen. Die innere Schicht verändert sich ebenfalls, aber in ganz anderem Sinne: die Zellen werden höher, säulenförmig, die Zellgrenzen verschwimmen. Der Zellinhalt erscheint in mit Orange G gefärbten Präparaten nach dem Innern der Drüse zu sehr hell und durchsichtig, nach dem äußeren Epithel hin wird er dunkler und nimmt an der Peripherie eine braune Farbe an. Hier am Außenrande liegen die Kerne. Das Innere der Drüse ist mit einer chitinigen Intima ausgegleidet, die äußerst dünn und zart ist, nach dem Eingang zu etwas dicker wird.

In die ventrale Kammer der „Kittdrüse“ mündet der Ductus

receptaculi. Seine Wand ist zweischichtig, und zwar liegt außen eine dünne Plasmahaut mit wenigen Kernen, innen eine Schicht kubischer Zellen.

Das Receptaculum besteht im Puppenstadium noch aus einem Zellepithel, das nach innen eine chitinige Intima ausscheidet; beim Käfer ist das Epithel zu Grunde gegangen, einzig sein Produkt, die chitinige Wandung, ist übrig geblieben.

Die Anhangsdrüse wird aus einem vielkernigen Epithel gebildet, das keinerlei Zellgrenzen erkennen läßt. Die Kerne sind von eigenartig eckiger Gestalt, und ihre Größe nimmt von der Peripherie zur Mitte hin ab. Die Innenseite des Epithels ist mit einer chitinigen Intima ausgekleidet.

### e) Morphologie der männlichen Geschlechtsorgane.

Überträgt man die Steinsche Unterteilung des weiblichen Geschlechtsorgans auch auf den männlichen Genitalapparat, so lassen sich hier zwei in ihrer Funktion voneinander verschiedene Organkomplexe unterscheiden: einerseits das Bildungsorgan der Samenfäden und seine Ausführungsgänge, andererseits der Begattungsapparat, der Penis.

Die Gonaden sind wie im weiblichen Geschlecht paarig entwickelt. Jeder Hode stellt eine Doppelkugel dar, deren beide Hälften an ihrer Verwachsungsstelle abgeplattet sind.

Das Vas deferens mündet zwischen den beiden Teilkugeln in den Hoden (Abb. 1 u. 9). Eine Gabelung des Samenleiters, derart, daß ein Ast in die eine Hodenhälfte, der zweite in die andere Hälfte eintritt, ist äußerlich nicht wahrzunehmen. Die Weite des Vas deferens ist gering; sie nimmt in der Mitte etwas zu, geht dann aber wieder auf den Anfangsdurchmesser zurück.

Der Samenleiter endet in einem kugeligen Organ, der sogenannten Samenblase, das von Harnisch (10) bei den Chrysomeliden mit „Prostata“ bezeichnet wurde. Sein Bau ist kompliziert und soll in der histologischen Besprechung näher behandelt werden. Auf Totalpräparaten erscheint es als einfache Kugel, die man wohl als Blase zur Aufbewahrung des Samens ansprechen kann. Außer dem Samenleiter mündet in dieses Kugelorgan eine Schleimdrüse oder Mesadenie, wie sie Escherich (6) genannt hat. Sie ist bei *P. chalcographus* unpaar, lappenförmig, distalwärts erweitert.

Der Ductus ejaculatorius ist zum größten Teile unpaar, am proximalen Ende gabelt er sich und schickt je einen Ast in die beiden Samentaschen. Bei großer Länge besitzt er einen sehr kleinen Durchmesser; ungefähr in der Mitte schwillt er etwas an, um sich beim Eintritt in den Penis wiederum zu verengern. Der erweiterte Teil hat sich in eine Schlinge gelegt.

### f) Der Penis.

Bei der Beschreibung des Penis ist es wegen seiner äußerst unübersichtlichen Zusammensetzung (Abb. 8a) notwendig, ihn zu zergliedern und seine Teile einzeln zu betrachten. Lindemann (16), der als erster den Penis der Borkenkäfer bearbeitete, unterscheidet zwischen primären und accessorischen Bestandteilen. Unter dem Ausdruck „primäre Bestandteile" faßt er diejenigen Bestandteile des Penis zusammen, die innerhalb einer Borkenkäferfamilie nicht oder nur wenig variieren, während er mit „accessorische Bestandteile" seinen sogenannten Aufsatz bezeichnet, d. h. diejenigen Gebilde, deren Form selbst innerhalb einer Gattung bedeutende Schwankungen aufweisen kann. Diese Einteilung behält auch Nüßlin (19) bei.

Lindemann und Nüßlin wollten die Chitingebilde des Penis für die Systematik verwenden. Für eine vergleichende Beschreibung mag eine Gliederung in primäre und accessorische Bestandteile ihren Vorzug haben. Hier handelt es sich jedoch um die Betrachtung des Penis einer einzigen Art; hier ist es gleichgültig, ob die einzelnen Teile innerhalb der Gattung *Pityogenes* konstant oder schwankend sind. Daher soll nicht die Teilung in primäre und accessorische Bestandteile angewandt werden; sondern die von Fuchs (8) angegebene. Fuchs unterscheidet zwischen Hüllen, Einlagen in diese Hüllen und außerhalb der Hüllen gelegenen Teilen.

Hüllen gibt es zweierlei (Abb. 8b): eine äußere und eine innere. Es sind stärker chitinisierte Teile zweier ineinander geschobener Röhren. An der äußeren Hülle bildet solch eine verdickte Stelle die „Gabel", an der inneren den „Peniskörper". Diese Bezeichnungen stammen von Lindemann und sind auch von Nüßlin und Fuchs beibehalten worden. Innerhalb dieser beiden konzentrischen Röhren liegt die Lindemannsche Rinne", außerhalb der Hüllen der „Stengel", ein gebogener Stab.

Die Gabel ist ein geschlossener Ring (Abb. 8c), deren deutlich sichtbare, wulstartige Verwachsungsstelle, als „Nabel" bezeichnet wird. Dem Nabel diametral gegenüber liegt eine zweite Verwachsungsstelle, die besonders kräftig chitinisiert ist und in einem starken, dorsal aufwärts gebogenen Zapfen endigt. An dieser Verwachsungsstelle spannt sich zwischen den Schenkeln eine dünne Haut, die schwach chitinisiert und und nur schwer zu erkennen ist. Fuchs hat sie „Gabeldecker" genannt. Ebenso undeutlich zu erkennen sind zwei „Seitenlamellen"; auch sie sind nur schwach chitinisiert. Von diesen seitlichen Chitinflügeln aus erstreckt sich eine äußerst zarte Haut nach hinten. Diese Haut ist ebenso wie die Gabeldecke ein Rest des äußeren Hüllenzylinders. Die Gabel bildet nur einen besonders stark chitinisierten Teil dieses äußeren Rohres, an den sich die Muskeln ansetzen, die am vorderen Ende des Stengels und am Peniskörper entspringen und sich bis zur Gabel hinziehen.

Am inneren Hüllenrohr sind ebenfalls nur einzelne Teile chitinisiert, und zwar dorsal und ventral je ein Plattenpaar, die „dorsalen und ventralen Platten". Sie stellen im Verein mit ihren Verbindungsstücken den Peniskörper dar.

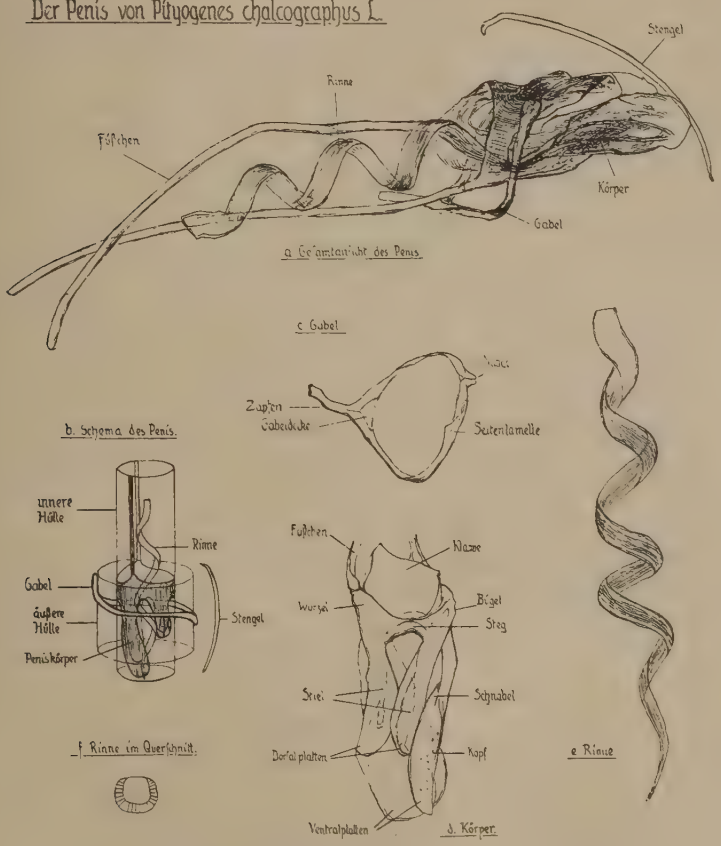



Abb. 8. Der Penis von *P. chalcographus*. Verg. 135.

Den Dorsalplatten bei *Pityogenes* und *Ips* entsprechen bei vielen anderen Borkenkäferfamilien die Lindemannschen „Endplatten", die er zum Aufsatz rechnet. Während die äußere Gestalt der Endplatten sehr veränderlich ist, zeigen die Dorsalplatten stets ein mehr oder weniger löffelförmiges Aussehen (Abb. 8d). Ihre Chitinisierung nimmt von vorn nach hinten zu ab. Zu ihrer Versteifung dient der „Stiel", ein nach

innen gelegener Chitinwulst, der äußerlich als dunkler Streifen sichtbar wird. Verbunden werden die beiden dorsalen Platten durch ein gerades, kräftiges Band, den „Steg".

Die Ventralplatten erinnern in ihrer Gestalt an die dorsalen Platten, sind aber wesentlich größer. Fuchs und Nüßlin geben an, daß bei allen Arten vor allem das distale Ende der ventralen Platten kräftig chitinsiert sei. Bei *chalcographus* fand dagegen Verf. wie bei den Dorsalplatten so auch bei den Ventralplatten eine von vorn nach hinten abnehmende Chitinisierung. Am dunkelsten erscheint der basale Plattenteil, während am distalen Ende das Chitin fast durchsichtig wird. Dieser distale Teil ist eigenartig ausgebildet, er erinnert an einen Vogelkopf, und Fuchs hat seine beiden Teile auch „Kopf" und „Schnabel" genannt. Der Schnabel schaut dorsalwärts und umfaßt die über ihm liegende Dorsalplatte. Der Kopf trägt stets eine größere Anzahl deutlich sichtbarer Porenpunkte. Nüßlin schreibt ihm folgende Funktion zu: „Der hintere ventrale Mittelteil ist derjenige Teil, der zuerst mit den weiblichen Aufnahmsorganen in Berührung kommt, deshalb auch die Sinnesorgane führt, sei es zum Tasten, um die weiblichen Organe für die Begattung zu finden, sei es um die Reize der Wollustempfindung auszutauschen". — Der Penis von *P. chalcographus* ist infolge einer lateralen Zusammendrückung unsymmetrisch aufgebaut; im Gegensatz zu den die gleiche Größe besitzenden Dorsalplatten sind die Ventralplatten verschieden groß ausgebildet, was sich besonders an Kopf und Schnabel bemerkbar macht. Basal sind die beiden Ventralplatten durch die Lindemannsche „Klappe", eine dünnhäutige, chitinige Membran verbunden. Die linke Dorsalplatte tritt mit der linken Ventralplatte und ebenso die rechte Dorsalplatte mit der rechten Ventralplatte durch einen scharfen, stark chitinisierten „Bügel" in Verbindung. An der Stelle, wo Bügel und Ventralplatte zusammenstoßen, entspringen zwei chitinige Verdickungen; die eine, der „Stab", zieht sich an der Innenseite der Ventralplatte distalwärts; die andere läuft zur Basis und bildet hier die „Wurzel", an die sich die „Füßchen" ansetzen. Die Füßchen sind etwa doppelt so lang wie der Peniskörper und ragen in den Körper des Käfers hinein. Im lebenden Käfer verlaufen sie parallel, in den Präparaten und den danach gefertigten Zeichnungen kreuzen sie sich gewöhnlich. Die Verbindung zwischen Wurzel und Füßchen bildet eine wasserhelle Chitinschicht, die eine Art Gelenk bildet. Die Füßchen sind hohl, stark chitinisiert, an ihrem distalen Ende rinnenförmig.

Die Rinne liegt in der Achse des Penis und dient zur Aufnahme des Ductus ejaculatorius. Sie beginnt ungefähr in der Mitte der beiden Füßchen und erstreckt sich in vier Windungen bis zum distalen Ende des Peniskörpers (Abb. 8a u. e). Bis zur dritten Windung zeigt sie gleich Breite; von hier ab verschmälert sie sich allmählich. Mit Ausnahme des proximalen Endes ist die Rinne stark längsgestrichelt.

Die Rinne ist bisher stets falsch beschrieben worden. Lindemann sagt (16, S. 251): bei *T. chalcographus* „stellt diese Rinne ein plattes, schmales, nach hinten etwas verschmälertes Band vor". Nüßlin (19, S. 58): „Die Rinne bildet ein schraubenförmig gewundenes und längsgestricheltes Band". Und Fuchs (8, S. 18) findet ein „stark gewundenes, solid chitinisiertes und ziemlich langes, nur an der Basis nicht längsgestricheltes Band". Immer wird die bandförmige Ausbildung gegenüber der bei manchen Borkenkäfern auftretenden Röhren- oder Rinnenform betont. In der Tat sieht die Rinne bei *Pityogenes* auf Totalpräparaten wie ein gewundenes Band aus, aber auf Schnitten erkennt man sofort die anders geartete Ausbildung. Sie ist kein Band, sondern ihrem Namen entsprechend eine vollkommen ausgebildete Rinne mit dicken Chitinwänden, die durch den Umstand, daß der von der eigentlichen Wandung nicht umschlossene Spalt von einer dünnen Membran bedeckt ist, wie eine Röhre wirkt (Abb. 8f.). Die Chitinwandung zeigt im Querschnitt radial verlaufende Strahlen, die auf der Rinne als die oben erwähnte Längsstrichelung sichtbar werden.

Der Stengel ist ein dünner, hohler Stab, der sich vom distalen Ende des Penis bis zur Ansatzstelle der Füßchen erstreckt (Abb. 8a). Er ist an beiden Enden zugespitzt; hinten weist er einen leichten, vorn zwei stärkere Knicke auf. Er dient als elastischer Stab zur Vorstreckung und Rückziehung des Penis.

### g) Histologie der männlichen Geschlechtsorgane.

Wie im weiblichen Geschlecht werden auch beim Männchen die Keimdrüsen von einer Tunica peritonealis umhüllt. Unter der Peritonealhülle liegt die eigentliche Wandung des Insektenhodens, die Tunica propria. Allerdings erscheint auf Schnitten durch den Hoden von *P. chalcographus* selbst bei starker Vergrößerung die Hodenwandung als dünner Strich, in dem nur einzelne Kerne auffallen. Von einer Erkennung zweier Schichten kann demnach nicht die Rede sein. Doch läßt sich an manchen Präparaten die Peritonealhülle insofern leicht feststellen, als sie die Neigung zeigt, sich schon bei geringen Schrumpfungen des Hodens oder des Fettkörpers vom Hoden abzulösen; als Derivat des Fettgewebes bleibt sie an diesem haften. Besonders häufig tritt diese Erscheinung an der Stelle ein, wo die beiden abgeplatteten Teilkugeln zusammenstoßen. Auf Abb. 10 erkennt man, wie sich eine Epithelschicht fest an den Hodeninhalt anschmiegt und ihn auch noch an der Berührungsstelle der beiden Kugeln überzieht; eine dünne Lamelle trennt die beiden Hälften. Ein anderer Teil des Epithels aber läuft gleich von der einen Kugel zur andern. Auch mit Alaunkarmin gefärbte Totalpräparate lassen häufig die Peritonealhülle deutlich erkennen (Abb. 9): wo die beiden roten Kugeln im Winkel aneinander stoßen, spannt sich eine zartrosa Membran aus, die bedeckt ist mit roten, mehr oder weniger rechteckigen

(geschrumpften?) Kernen. Die Peritonealhülle umschließt also beide Teilkugeln eines Hodens, während sie die Eiröhren eines Eierstocks einzeln umhüllt. Irgendwelche histologischen Feinheiten sind an der Hodenwandung nicht zu erkennen. Der Hoden liegt im Fettkörper eingebettet.

Auch im Hoden sind zweierlei Zellen zu finden: Keimzellen und Epithelzellen. Die Keimzellen haben sich zu Kammern oder Cysten zusammengeschlossen, deren Wandung von Epithelzellen gebildet wird. Das Plasma der Epithelzellen hat sich flächenhaft ausgebreitet und bildet eine dünne Wand mit eingestreuten Kernen. Der Inhalt jeder einzelnen Abteilung besteht aus Zellen, die auf gleicher Entwicklungsstufe stehen, die Cysten als Ganzes dagegen zeigen untereinander die verschiedensten

Abb. 9. Ein Hode von *P. chalcographus*. Photographie. Vergr. 100.

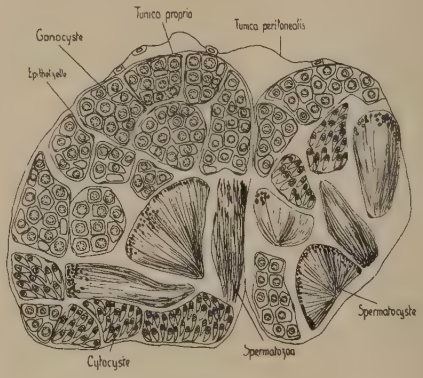



Abb. 10. Schnitt durch den Hoden eines Jungkäfers. Vergr. 300.

Stadien der Spermaentwicklung. Es ist hier nicht der Ort, die Spermatogenese bei *P. chalcographus* zu beschreiben; es genügt, die Stadien der Entwicklung anzudeuten, die auf Abb. 10, die einen Schnitt durch den Hoden eines noch gänzlich unausgefärbten Jungkäfers darstellt, sichtbar sind. Proximal liegen die noch wenig differenzierten Spermatogonien in Gonocysten. An sie schließen sich die in Cytocysten gelegenen Spermatocyten an. Ganz wie Spermatozoen sehen die Spermatiden in den Spermatocysten aus. Sie sind haarförmig und zeigen schon eine Trennung in Kopf und Schwanzstück. Während aber hier der Kopf rund erscheint, nimmt er bei den reifen Samenfäden eine langgestreckte, pfeilspitzenförmige Gestalt an. Ein Mittelstück fehlt. Von reifen Spermatozoen ist nur ein Bündel an der Mündung des Vas deferens in den Hoden vorhanden.

Äußere Gestalt und Größe der Hoden bleiben in der weiteren Entwicklung des Tieres unverändert. Nur der Inhalt reift weiter aus, so daß beim alten Männchen nur noch Spermatiden und reife Spermien vorhanden sind.

Das Vas deferens entspringt in dem Winkel zwischen den beiden Hodenhälften als einfacher, scheinbar auch im Anfang unpaarer Schlauch. Auf Längsschnitten erkennt man jedoch, daß eine kurze Gabelung erfolgt, deren je ein Arm in eine Hodenkugel eintritt. Die Arme sind nur wenige Zellbreiten lang. Die Wandung des Vas deferens ist eine einzellige, gefaltete Schicht ohne erkennbare Zellgrenzen. Eine einfache Muskelschicht liegt dem Epithel außen an. Beim alten Tier erscheint das Vas deferens stark erweitert, die Wände sind dünn und auseinandergepreßt, das Lumen ist prall gefüllt mit Spermatozoen.

Das kugelige Organ, in welches das Vas deferens eintritt, gleicht in weitgehendem Maße der von Harnisch (10) beschriebenen „Prostata" der Chrysomeliden. Das Ende des Samenleiters stülpt sich zapfenförmig in eine Hohlkugel vor, deren distaler Teil mit Chitin ausgekleidet ist.

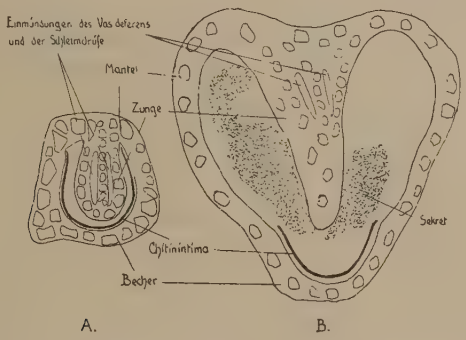



Abb. 11. Schnitt durch die Samenblase, *A* im jungen, *B* im geschlechtsreifen Zustand. Vergr. 390.

Nüßlin (19) hat dieses Organ nach seiner ontogenetischen Entstehung zergliedert und seinen einzelnen Teilen verschiedene Namen gegeben. Aus dem Mesoderm hervorgegangen ist die zapfenartige Mündung des Vas deferens, die „Zunge", die gleichzeitig den Ausführungsgang der Schleimdrüse in sich aufnimmt. Der Zunge wächst das vordere Ende des ektodermalen Ductus ejaculatorius entgegen und umgreift sie als „Becher". Der ektodermale Ursprung ist durch die chitinige Intima erkenntlich. Siehe Abb. 11A. Zwischen oberem Becherrand und der Basis der Zunge bildet sich schließlich noch eine verbindende Hülle, der „Mantel", der die Mantelhöhle umschließt. Alle diese Teile bestehen aus einem einschichtigen Epithel mit großen Kernen, ohne Zellgrenzen. Das Epithel ist ziemlich dick, erscheint aber nicht deutlich als Drüsenepithel wie etwa die aus hohen Zylinderzellen bestehende Wandung der „Prostata" der Chrysomeliden; es muß jedenfalls als zweifelhaft angesehen werden, ob der Samenblase des *P. chalcographus* eine sezernierende Tätigkeit zukommt. Das Sekret, das sich in älteren Stadien in ihr findet, kann lediglich aus der Schleimdrüse stammen.

Mit zunehmender Geschlechtsreife ändert die Samenblase ihr Aussehen (Abb. 11). Beim jungen Tier wird die Zunge dicht vom Becher umschlossen, ein Mantel ist kaum ausgebildet, und der innere Hohlraum ist sehr eng. Das alte Männchen zeigt dagegen eine mächtige Auftreibung der Samenblase; ihr Durchmesser ist um das Doppelte gewachsen. Diese Ausdehnung wird fast ausschließlich durch ein mächtiges Wachstum des Mantels hervorgerufen. Der Becher, kenntlich durch seine Intima, behält seine ursprüngliche Größe. Sein Epithel geht ohne sichtbare Grenze in das des Mantels über, der sich ausbaucht und proximal an der Basis der Zunge zusammenschließt. Hierdurch ist eine große Höhlung entstanden, die sich aus dem Becherinnern und der Mantelhöhle zusammensetzt. Nüßlin nimmt an, daß die Zunge vom Becherrand fest umschlossen wird, so daß eine Verbindung mit der Mantelhöhle ausgeschlossen ist. Gelegentlich aufgefundene Öffnungen zwischen Zunge und Becher zur Mantelhöhle, die Sperma austreten ließen, glaubt Nüßlin durch die Präparation entstanden. Auf den Schnittpräparaten des Verfassers ist eine Trennung zwischen Becherraum und Mantelhöhle nicht zu erkennen. Das Innere bildet einen zusammenhängenden Hohlraum. Es mag allerdings dahingestellt sein, ob nicht beim Schneiden vielleicht vorhandene Scheidewände zerstört worden sind, da die chitinige Intima dem Durchgang des Messers einen ziemlich großen Widerstand entgegensetzt, der zu Spannungen innerhalb der Gewebe führt, die wiederum ein Zerreißen ermöglichen.

Die Funktion der Samenblase besteht mit Nüßlins Worten in Folgendem: „Durch eine Systole des Mantels wird der Becherraum verengt, dessen Rand durch seine chitinig-elastische Beschaffenheit beim Nachlassen des Manteldrucks das Lumen des Bechers wieder offen stellt. Auch folgen sich peristaltische Bewegungen der Röhren des Vas deferens und der Schleimdrüse sowie Verlängerungen und Verkürzungen der Zunge. Auf solche Weise wird der Austritt des Samens und des Sekrets der Schleimdrüse in den Becher geregelt, wobei der Mantel wesentlich initiativ regulierend fungiert."

Die Mesadenie zeigt den typischen Bau einer Drüse, wie er schon bei der „Kittdrüse" des weiblichen Genitalapparates beschrieben wurde. Die Wandung setzt sich aus hohen Zylinderzellen mit peripher gelegenen Kernen und undeutlichen Zellgrenzen zusammen. Diese Drüsenzellschicht wird von einer dünnen Muskelschicht umgeben. Das Lumen der Drüse ist prall gefüllt mit einer farblosen, körnigen Masse. Im Gegensatz zur „Kittdrüse", die ektodermalen Ursprungs ist, weist die aus dem Mesoderm entstandene Mesadenie keine Intima auf.

Die aus den beiden Samenblasen entspringenden Äste des Ductus ejaculatorius vereinigen sich bald. Der so entstandene unpaare Teil des Ductus besteht anfangs aus zwei nebeneinander liegenden Röhren, die von einer gemeinsamen Muskelschicht umspannt werden, so daß

äußerlich der Eindruck des Unpaaren erhalten bleibt. L. Schröder (22) hat bei *Ips typographus* die gleiche Ausgestaltung des proximalen Teiles des äußerlich unpaaren Ductus ejaculatorius gefunden. Aber auch diese beiden aneinander liegenden Röhren verschmelzen nach kurzer Strecke, so daß der Ductus nun nicht mehr nur äußerlich unpaar erscheint, sondern einen einfachen Schlauch bildet. Sein einschichtiges Epithel ist gefaltet und von einer ziemlich dicken Schicht Ringmuskeln umgeben. Innerhalb der Rinne bildet der Ductus einen sehr dünnen, epithelialen Wandbelag. Das Lumen ist erfüllt mit einem Sekret.

Der Begattungsapparat ist von einer sackartigen Hülle umschlossen, dem Präputium, das die Abgrenzung gegen den Fettkörper übernimmt. Das Epithel des Präputialsackes ist außerordentlich dünn, ohne erkennbare Zellgrenzen, im Innern mit einem wulstigen Chitinbelag ausgekleidet. Das Innere des Sackes ist, soweit es nicht vom Penis eingenommen wird, mit einem Sekret gefüllt, das von Drüsenzellen geliefert wird, die rings das Präputium umgeben. Es sind große runde oder ovale Zellen mit sehr großen Kernen und körnigem Plasma.

### h) Auswertung.

Bei fortpflanzungsbiologischen Untersuchungen lassen sich alle Unklarheiten, die uns begegnen können, letzten Endes auf drei Kardinalfragen zurückführen: Ist der Käfer schon geschlechtsreif? Hat schon eine Begattung stattgefunden? Sind schon Eier abgelegt?

Diese drei Fragen lassen sich, wie schon Nüßlin gezeigt hat, ohne weiteres durch Untersuchung des Genitalapparates beantworten. Wir haben gesehen, daß die Größe einzelner Teile des Geschlechtsorgans beim jungen Tier verschieden ist vom geschlechtsreifen. Ein Vergleich muß uns also Aufschluß über den Zustand der Geschlechtsreife geben. Die durchschnittlichen Größen der einzelnen Abschnitte des Genitaltraktus sind in Millimeter in folgender Übersicht dargestellt:

(Siehe Tabelle 1 auf S. 356.)

Wir erkennen, daß im weiblichen Geschlecht lediglich der Kelch und vor allen Dingen das Ovar an Größe zunehmen. Die Länge der Eiröhre ist beim geschlechtsreifen Käfer nahezu doppelt so groß, die Breite sogar dreimal so groß wie beim Jungkäfer. Der männliche Käfer zeigt neben einem Dickerwerden des Vas deferens nur ein Anwachsen der Samenblase und der Mesadenie, und zwar besitzt die Samenblase den dreifachen Durchmesser, die Schleimdrüse die doppelte größte Breite des unreifen Zustandes. Die Größe der Eiröhre bezw. der Samenblase gibt uns also kund, ob wir es mit einem geschlechtsreifen Käfer zu tun haben. Nun ist die Größe immerhin ein relativer Begriff; sie bildet aber, wenigstens im weiblichen Geschlecht, nicht das einzige Kriterium. Wir sahen, daß das unreife Ovar ein einheitliches Ganzes, das Keimfach, bildet, während im älteren Stadium auf das Keimfach einige

Tabelle 1.

Durchschnittliche Größe der einzelnen Teile des Geschlechtsorgans von *P. chalcographus*. Zahlen in Millimeter.

| | | Eiröhre | | Stiel | | Kelch | | Eileiter | | Kittdrüse | | Duct. rec. | Recept. sem. | Anhangsdrüse | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Länge | Breite | Länge | Breite | Länge | Breite | Länge | Breite | Länge | Breite | Breite | größte Breite | Länge | Breite |
| Weibchen | jung | 0,25 | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,05 | 0,06 | 0,39 | 0,08 | 0,10 | 0,08 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,07 |
| | alt | 0,45 | 0,15 | — | — | 0,09 | 0,09 | 0,39 | 0,08 | 0,10 | 0,08 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,07 |

| | | Hoden | | Vas def. | | Samenblase | Mesadenie | Duct. ejac. | | Penis | Peniskörper | | Rinne | Füßchen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Länge | Breite | Länge | Breite | Durchmesser | größte Breite | paarig Länge | unpaarig Länge | Länge | Länge | Breite | Länge | Länge | Breite |
| Männchen | jung | 0,15 | 0,27 | 0,19 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,50 | 0,73 | 0,28 | 0,11 | 0,54 | 0,50 | 0,01 |
| | alt | 0,15 | 0,27 | 0,19 | 0,04 | 0,12 | 0,04 | 0,05 | 0,50 | | | | | | |

mehr oder weniger entwickelte, in einer Reihe hintereinander liegende Eier folgen. Das geschlechtsreife Ovar ist also kenntlich am Vorhandensein von Eiern, an seiner perlschnurartigen Ausgestaltung.

Durch Untersuchung des Receptaculums ist auch die zweite Frage unschwer zu lösen. Enthält das Receptaculum Spermatozoen, so hat eine Begattung stattgefunden. Beim männlichen Käfer ist die Frage nach der schon vollzogenen Begattung kaum zu beantworten; nur das eine läßt sich sagen, daß bei kleiner Samenblase, also unreifem Geschlechtsorgan, eine Spermaüberführung noch nicht stattgefunden hat.

Ob endlich Eier abgelegt worden sind, ist an dem Vorhandensein bezw. Nichtvorhandensein der Corpora lutea festzustellen. Die Corpora lutea sind durch Degeneration der das Ei umgebenden Follikelzellen entstanden, und ihre Anwesenheit zeugt davon, daß ein Ei das Ovar verlassen hat.

## 3. Äußere Geschlechtsmerkmale.

Die sicherste Bestimmung des Geschlechts läßt sich zweifellos durch anatomische Untersuchung erzielen. Doch ist häufig schon äußerlich das Männchen vom Weibchen zu unterscheiden. So gibt Verhoeff (24) ein für alle Borkenkäfer geltendes äußeres Merkmal zur Unterscheidung der Geschlechter an: „Alle Borkenkäfer sind in bezug auf ihr Geschlecht schon äußerlich leicht zu erkennen, denn wenn man die Elytren aufhebt oder besser noch ganz entfernt, kann man feststellen, ob die letzte äußere Dorsalplatte die 7. oder die 8. ist. Ist sie die 7. Dorsalplatte, also ver-

decktes Pseudopygidium, so liegt ein Weibchen, ist sie die 8. Dorsalplatte, also verdecktes Pygidium, so liegt ein Männchen vor." Bei der Nachprüfung, ob dieses Unterscheidungsmerkmal auch bei *P. chalcographus* zutreffe, fand Verf. jedoch sowohl beim Männchen als auch beim Weibchen 8 Dorsalplatten, also nach Verhoeffscher Bezeichnung bedecktes Pygidium. Verhoeff hat nur 3 Hylesiniden: *Hylesinus fraxini*, *Myelophilus piniperda* und *Dendroctonus micans* untersucht und geglaubt, das hier Gefundene müsse auf alle Scolytiden zutreffen. Schon 1911 hat Nüßlin (19) diese „voreilige Verallgemeinerung" zurückgewiesen. Gerade die typischsten Gattungen der Tomicinen: *Ips* und *Pityogenes* weisen das von Verhoeff aufgestellte Unterscheidungsmerkmal nicht auf.

Ein wenn auch nicht für alle, so doch für einen großen Teil der Borkenkäfer geltendes äußeres Geschlechtsmerkmal führt Ratzeburg an (71 S. 127). „Die Geschlechter sind oft sehr gut zu unterscheiden und zwar da, wo an dem abschüssigen Teile der Flügel Zähne sich zeigen, hat sie das Weibchen kleiner oder garnicht." Das Männchen des Kupferstechers besitzt beiderseits des Absturzes 3 weitständige, scharfe, kegelförmige, leicht gekrümmte, an der Spitze dunkler gefärbte Zähne, während das Weibchen an den Seiten des weniger tief und breit gefurchten Absturzes nur ganz schwache, näher aneinander gerückte Zähnchen aufweist. Während Ratzeburg richtig die großzähnigen Käfer als die Männchen angesprochen hatte, wurden sie von verschiedenen Autoren wie Perris, Thomson, Chapuis und Eichhoff für die Weibchen gehalten. Später erkannte Eichhoff (33) durch „mikroskopische Zergliederung und Untersuchung der Fortpflanzungswerkzeuge und außerdem aus der Beobachtung in der Natur" seinen Irrtum und kam zu der Überzeugung, „daß bei allen denjenigen Borkenkäferarten, wo das eine Geschlecht eine stärkere, das andere eine schwächere oder gar keine Bezahnung am Flügeldeckenabsturz hat, allemal die stärkere Bezahnung das männliche, dagegen die geringere oder fehlende Bezahnung das weibliche Geschlecht bekundet".

Nach Ratzeburg sind beim Weibchen die Zähnchen näher aneinander und weiter gegen das Flügelende hin gerückt als beim Männchen; Reitter (75) sagt genauer: „Flügeldecken des Männchens bis zum ersten Nahtzähnchen etwa so lang als zusammen breit, beim Weibchen viel länger." Als weiteres Merkmal gibt Altum (26) an, daß sich die Breite des Halsschildes zu seiner Länge beim Männchen wie 1 : 1,02, beim Weibchen wie 1 : 1,03 verhält. Diese, wenn auch nicht wesentlich größere Länge des Halsschildes beim Weibchen läßt zusammen mit dem Nachhintenrücken der Zähnchen das Weibchen gestreckter erscheinen, zumal die Männchen meist eine dichtere, mehr borstige Behaarung des Abdomens vor allem des Absturzes aufweisen.

Ein sicherlich ebenso wertvolles, vielleicht sogar besseres Unterscheidungsmerkmal als die Verschiedenheit der Bezahnung weist der Kopf auf. Die Stirn des Weibchens trägt eine lochartig ausgehöhlte Grube, die, im Gegensatz zum Weibchen des *P. trepanatus* Noerdl. nicht genau in der Stirnmitte sitzt, sondern dem Munde genähert ist; außerdem ist vor der Grube eine braune, matte, dicht und kurz tomentierte Stelle erkennbar, welche den Vorderrand des Kopfschildes erreicht. Die Grube ist nicht rund, wie manche Autoren, so z. B. Reitter, meinen; sie stößt nach dem Munde zu auf die tomentierte Stelle und ist hier abgeflacht, so daß ihre Peripherie, wie schon Wachtl (88) und nach ihm Løvendal (59) beobachtet haben, nur etwas mehr als einen Halbkreis bildet. Die Stirn des Männchens weist keine derartige Grube auf; sie ist eben und trägt in ihrer Mitte einen winzigen Höcker. Die älteren Autoren scheinen dieses Merkmal nicht gekannt zu haben; weder Linné noch Redtenbacher und Ferrari sprechen von der Grube in der Stirn der Weibchens. Lindemann (57, I) behauptet, auch bei Ratzeburg und Nördlinger finde sich keine Erwähnung der Stirngrube. Was den letzteren betrifft, so hat schon Fuchs 1911 (8) darauf hingewiesen, daß Nördlinger das Loch des Weibchens von *chalcographus* ausdrücklich im Vergleich zu seinem *trepanatus* erwähnt habe. Weiterhin hält Fuchs es für sehr wahrscheinlich, daß auch Ratzeburg von der Stirngrube Kenntnis gehabt hat, wenn er sie auch in seiner Beschreibung des Kupferstechers in den „Forstinsekten" nicht erwähnt. Bei der Durchsicht des Schrifttums hat Verf. eine Stelle gefunden, welche die Fuchssche Vermutung bestätigt. In Pfeils kritischen Blättern, Jahrgang 1833, schreibt Ratzeburg (70): „In seiner Beschreibung (von *P. chalcographus*) sagt Gyllenhal (Insecta Suecica T. I. P. III, S. 359): fronte supra os in masculis late et profunde excavato-impressa, in femina fere aequali, parum tantum transversim depressa. Es verhält sich aber umgekehrt; denn gerade beim Weibchen findet sich die starke Vertiefung der Stirn über den Mundteilen, während beim Männchen die Stirn gewölbt und deutlich gekörnt-punktiert ist. Es findet sich bei letzterem über der Lefze kaum eine Spur von Quereindruck und über dieser Stelle ein kleines plattes Höckerchen".

## Überwinterung der Käfer.

### a) In den Geburtsstätten.

*P. chalcographus* gehört zu den Borkenkäfern, deren Fähigkeit, jährlich zwei Generationen zu erzeugen, schon früh erkannt wurde. In ausnehmend heißen Sommern kann die Entwicklung der zweiten Generation derart beschleunigt werden, daß ein Ausflug der Jungkäfer schon im Herbst stattfindet. In der Regel wird es dazu nicht kommen; die zweite Generation überwintert meist in ihren Geburtsstätten, sei es als Larve, als Puppe oder als eben ausgeschlüpfter Jungkäfer. Eine Überwinterung von Eiern hält

Eichhoff (33) für unmöglich, da diese „voraussichtlich in unseren Breitengraden allemal durch den Frost zerstört werden". Es dürfte auch nicht oft der Fall sein, daß zu Beginn des Winters noch Eier vorhanden sind: einmal dann, wenn sich die Entwicklung der ersten Generation derart verzögert hat, daß sie statt im Juli oder August erst im Spätherbst ausgeflogen und zur Begründung einer neuen Brut geschritten ist, das andere Mal, wenn die im Herbst ausgeflogenen Jungkäfer der zweiten Generation schon Eier gelegt haben. Beide Fälle haben in den Temperaturverhältnissen extreme Sommer zur Voraussetzung: entweder extrem kalte oder extrem heiße. In der Regel wird also eine Überwinterung als Ei garnicht in Frage kommen.

Die drei Entwicklungszustände Larve, Puppe und Imago kommen während des Winters regellos nebeneinander vor. Es ist nicht so, daß etwa zu Anfang des Winters nur Larven, zu Beginn des Frühjahrs nur Puppen und kurz vor der Schwärmzeit nur Jungkäfer gefunden würden. Eichhoff „fand ihn wiederholt über Winter und zu Anfang des Frühjahrs in seinen Geburtsstätten als Larve und Puppe und als frisch entwickelte, noch hell gefärbte Imago". Am 13. November 1925 fand ich Larven und Puppen neben einer überwiegenden Zahl von Käfern. Dasselbe Bild wiederholte sich am 1. Dezember und am 22. Dezember. Am 27. Januar 1926 wurden in demselben Distrikt der Oberförsterei Gahrenberg in einem liegengebliebenen Zopf einer gefällten Fichte nur Larven mit teils lebenden, teils toten Mutterkäfern gefunden, und in einem nicht weit entfernt liegenden Zopfe fanden sich neben 158 Käfern 17 Larven und Puppen. Am 17. Februar wurden in einem anderen Distrikt wiederum lediglich Larven mit Altkäfern, am 19. Februar 126 Käfer und keine Larven und Puppen vorgefunden. Am 22. Februar waren neben 338 Imagines nur noch 3 Larven vorhanden, am 6. März nur noch 1 Larve bei 240 Käfern. Am 23. März, 7. April und 15. April vorgenommene Untersuchungen ergaben nur mehr oder weniger ausgefärbte Jungkäfer; dagegen wurden am 20. April neben 27 Imagines 26 Larven und Puppen in einem Gangsystem gefunden, und zwei Tage später, am 22. April fand sich neben 164 Käfern nur 1 Larve. Die Flugzeit hatte noch nicht begonnen; ihr Anfang lag 1926 zwischen dem 23. und 25. April, denn am 26. fand ich die ersten Bohrlöcher von *chalcographus*; am 23. April hatten die Maikäfer zum ersten Male geschwärmt. Der Beginn der Maikäferschwärmzeit scheint mit dem ersten Ausflug des *chalcographus* zeitlich zusammen zu fallen, da auch 1927 am gleichen Tage (3. April) sowohl Maikäfer als Kupferstecher ihre Winterquartiere verließen.

Daß in einem Gangsystem Larven, Puppen und Käfer nebeneinander vorkommen, erklärt sich aus der langen Dauer der Eiablage des Mutterkäfers. Auffallender ist die Tatsache, daß zur selben Zeit im selben Distrikt an einem Stamm nur Larven, am andern fast nur Käfer zu finden sind. Der Grund liegt wahrscheinlich einerseits in der zeitlich

verschiedenen Eiablage der Käfer der ersten Generation des Vorjahres, andererseits aber auch in der Ortslage des befallenen Stammes und den dadurch bedingten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen. Nach den Untersuchungen von Hennings (41) ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven von *Ips typographus* von der zugeführten Wärme und dem Feuchtigkeitsgrade der Luft abhängig; wahrscheinlich spielt auch der Saftgehalt des Brutbaumes eine Rolle. Auch *chalcographus* gehört zu den durch die Witterung „beeinflußbaren" Borkenkäfern. Je mehr die Temperatur sinkt, desto langsamer geht die Entwicklung vonstatten, bis schließlich ein Punkt erreicht wird, an dem ein vollständiger Stillstand eintritt; dieser Punkt liegt vielleicht bei dem Kältegrad, der die Larve in Kältestarre fallen läßt. Er kann auch bei höherer Temperatur liegen; dann würde sich die Larve bei Temperaturen zwischen dem Entwicklungsstillstandspunkt und dem Kältestarrepunkt noch bewegen und fressen, die Nahrungsaufnahme würde jedoch nur eben hinreichen, um den durch die Bewegungen veranlaßten Substanzverlust auszugleichen; eine Substanzmehrung, also Entwicklung, wäre nicht möglich. Diese Fragen harren noch der experimentellen Bearbeitung. Sie sind hier nur aufgeworfen, um eine Erklärung für die oben gefundene Tatsache abzugeben, daß am gleichen Ort zur selben Zeit in dem einen Stamm nur Larven, in dem anderen nur Käfer vorkommen. Je nach der Stelle, wo der Brutbaum steht oder liegt, kann die Wärmezufuhr eine verschiedene sein; ein im dichten Fichtenstangenholz liegender Zopf ist für die Entwicklung ungünstiger, als ein Stamm auf einer Blöße, der häufig von der Winter- und Frühlingssonne beschienen wird. Je niedriger die Temperaturen sind, je häufiger sie unter den Entwicklungsstillstandspunkt sinken, desto mehr kommen die Larven gegenüber den wärmebevorzugten ins Hintertreffen. Im weiteren Verlauf des Winters und im Anfang des Frühjahrs, wenn auch die ungünstigsten Örtlichkeiten mehr Wärme erhalten, gleicht sich dieser Unterschied wieder aus. So wurden oben vom 6. März ab nur noch Imagines, keine Larven mehr gefunden. Wenn ausnahmsweise noch ein Gang am 20. April halb mit Käfern und halb mit Larven und Puppen besetzt war, so ist als einzige Erklärung eine außerordentlich ungünstige, entwicklungshemmende Lage und Beschaffenheit des Brutstückes anzusehen.

Im Jahre 1923 berichtete Seitner (80), daß bei *Ips typographus* das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen in den Geburtsstätten wie 1:1 ist. Diese Tatsache ist insofern überraschend, als der Käfer meist bigam, seltener drei- und mehrweibig lebt. Über das Geschlechtsverhältnis der einzelnen Scolytiden ist sehr wenig bekannt. Einzig Ratzeburg (71) macht einige Angaben (S. 157): „Während bei *Eccoptogaster Scolytus* 30—40 Männchen auf ein Weibchen kommen, fand ich bei *B. monographus* und *dryographus* immer mehrere 100 Weibchen auf 1 Männchen. Eine andere in dieser Beziehung sehr interessante Art ist *B. dispar: Heyer* erzog vom 5. Juli 1838 bis zum Oktober 58 Männchen

und 220 Weibchen, so daß auf 1 Männchen ca. 4 Weibchen zu rechnen sind." Ferner finden sich bei Knoche (50) einige Angaben über *Hylesinus piniperda*, *minor* und *fraxini*. Er fand in vom Winde gebrochenen Kieferntrieben 40 Männchen und 25 Weibchen von *H. piniperda*, 28 Männchen und 31 Weibchen von *H. minor*. Ein anderes Mal waren in den Trieben 35 männliche und 37 weibliche *piniperda*-Altkäfer, 304 männliche und 308 weibliche *piniperda*-Jungkäfer; 20 männliche und 32 weibliche *minor*-Altkäfer und 30 männliche und 23 weibliche *minor*-Jungkäfer. Über *H. minor* läßt sich daraus kein klares Bild machen; bei *H. piniperda* ist, wie vor allem aus den Zahlen der Jungkäfer hervorgeht, das Geschlechtsverhältnis 1:1. Für *H. fraxini* fand Knoche folgende Zahlen: 2 männliche, 5 weibliche Altkäfer und 82 männliche und 83 weibliche Jungkäfer, also auch das Verhältnis 1:1.

Die bemerkenswerte Entdeckung Seitners veranlaßte Vogel (86), ähnliche Untersuchungen bei einem noch ausgesprochener polygamen Käfer als *Ips typographus*, nämlich bei *P. chalcographus* zu machen. Vogel „zählte Ende September 1924 einen Haufen von Jungkäfern durch und fand 41 Weibchen und 42 Männchen. Eine Zählung von 100 Jungkäfern im August 1925 ergab 51 Weibchen und 49 Männchen. Es unterliegt wohl danach keinem Zweifel, daß das ursprüngliche Verhältnis der Geschlechter auch hier annähernd 1:1 ist."

Um die Frage zu prüfen, ob dieses Verhältnis während des ganzen Winters unverändert bestehen bleibt, wurden von mir in Abständen von ungefähr 3 Wochen Zählungen vorgenommen. Von befallenen Stämmen wurde die Rinde sorgfältig gelöst und in Papier eingewickelt ins Institut gebracht; da aber die Gefahr bestand, daß durch das Ablösen der Rinde und durch den Transport eine unkontrollierbare Anzahl von Käfern zugrunde oder verloren ging, wurde diese Methode noch während der ersten Zählung verlassen. Es wurde nunmehr nicht allein die Rinde, sondern ein ganzer Stammabschnitt ins Institut gebracht und hier erst während der Zählung entrindet.

Über das Ergebnis der vom 6.—13. November 1925 durchgeführten ersten Zählung ist von mir im Forstarchiv, Jahrg. 1925, berichtet worden. Von 1000 Käfern waren 478 Männchen und 522 Weibchen. Der Befund Vogels wurde also bestätigt.

Im folgenden sind die Ergebnisse der weiteren Zählungen angegeben.

1. Zählung: Obf. Gahrenberg, Bez. Kassel, Distr. 20. Höhe über NN etwa 260 m. 92jähriger Fichtenbestand. Bei einer Durchforstung sind einige von Ips typographus befallene Stämme gehauen worden; in den Zöpfen steckt P. chalcographus. Befund:

| Abschnitt aus dem Wald geholt am | Käfer gezählt am | ♂♂ lebend | ♂♂ tot | ♀♀ lebend | ♀♀ tot | Gesamtzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. XI. 25 | 16.—20. XI. 25 | 194 | 13 | 199 | 25 | 431 |
| in Prozent: | | 45,0 | 3,0 | 46,2 | 5,8 | |
| | | 48,0 | | 52,0 | | |

2. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der ersten Zählung. Befund:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. XII. 25 | 2.—3. XII. 25 | 160 | 8 | 156 | 16 | 340 |
| in Prozent: | | 47,0 | 2,4 | 45,9 | 4,7 | |
| | | 49,0 | | 50,6 | | |

3. Zählung: Obf. Königsforst, Bez. Köln, Distr. 137. Höhe über NN etwa 180 m. Ca 45jähriger Fichtenbestand. Windgebrochener Zopf, in dem sich neben einer großen Anzahl von Bockkäferlarven vereinzelt Überwinterungsfraßstellen und nur ganz selten Mutter- und Larvengänge von P. chalcographus fanden. Befund:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 22. XII. 25 | 23.—25. XII. 25 | 82 | 8 | 115 | 4 | 209 |
| in Prozent: | | 39,2 | 38.2 | 55,1 | 1,9 | |
| | | 43,0 | | 57,0 | | |

4. Zählung: Obf. Lonau, Bez. Hildesheim, Distr. 104. Höhe über NN 530 m (Südharz). 90jähriger Fichtenbestand, teils mit Buche gemischt. Zopf einer im Frühjahr 1925 vom Wind geworfenen Fichte, der stark besetzt ist mit P. chalcographus in Mutter- und Larvengängen. Wenig Bockkäferlarven in bedeutend weniger entwickeltem Zustand als bei Zählung 3. Befund:

| Abschnitt aus dem Wald geholt am | Käfer gezählt am | ♂♂ lebend dunkel | ♂♂ lebend hell | ♂♂ tot dunkel | ♂♂ tot hell | ♀♀ lebend dunkel | ♀♀ lebend hell | ♀♀ tot dunkel | ♀♀ tot hell | Gesamtzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15. I. 26 | 18.—21. I. 26 | 147 | 44 | 7 | 13 | 160 | 38 | 11 | 5 | 425 |
| in Prozent: | | 34,6 | 10,4 | 1,6 | 3,1 | 37,6 | 8,9 | 2,6 | 1,2 | |
| | | 45 0 | | 4,7 | | 46,5 | | 3,8 | | |
| | | 49,7 | | | | 50,3 | | | | |

5. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der ersten Zählung. Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28. I. 26 | 27.—30. I. 26 | 2 | 66 | 0 | 13 | 4 | 60 | 1 | 12 | 158 |
| in Prozent: | | 1,3 | 41,8 | 0,0 | 8,2 | 2.5 | 37,9 | 0.7 | 7,6 | |
| | | 43,1 | | 8,2 | | 40,4 | | 8,3 | | |
| | | 51,3 | | | | 48,7 | | | | |

6. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der ersten Zählung. Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19. II. 26 | 19. II. 26 | 52 | 0 | 5 | 8 | 38 | 0 | 13 | 10 | 126 |
| in Prozent: | | 41,3 | 0.0 | 5,0 | 6,4 | 30,1 | 0,0 | 10.3 | 7.9 | |
| | | 41,3 | | 10,4 | | 30.1 | | 18.2 | | |
| | | 51,7 | | | | 48,3 | | | | |

7. Zählung: Obf. Gahrenberg, Bez. Kassel, Distr. 44. Höhe über NN etwa 270 m. In einem ca. 40jährigen Buchenbestand sind an der Südecke Fichten eingesprengt, von denen eine Reihe starken typographus-Befall aufweist. Im Wipfel sind außer P. chalcographus noch Polygraphus polygraphus und Pityophthorus micrographus. Befund:

| Abschnitt aus dem Wald geholt am | Käfer gezählt am | ♂♂ lebend dunkel | ♂♂ lebend hell | ♂♂ tot dunkel | ♂♂ tot hell | ♀♀ lebend dunkel | ♀♀ lebend hell | ♀♀ tot dunkel | ♀♀ tot hell | Gesamtzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22. II. 26 | 23.—24. II. 26 | 73 | 64 | 4 | 16 | 109 | 51 | 6 | 15 | 338 |
| in Prozent: | | 21,6 | 19,0 | 1,2 | 4,7 | 32,2 | 15,1 | 1,8 | 4,4 | |
| | | 40,6 | | 5,9 | | 47,3 | | 6,2 | | |
| | | 46,5 | | | | 53,5 | | | | |

8. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der siebenten Zählung. Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. III. 26 | 8.—9. III. 26 | 89 | 18 | 5 | 8 | 94 | 14 | 5 | 7 | 240 |
| in Prozent: | | 37,1 | 7,5 | 2,1 | 3,3 | 39,2 | 5,8 | 2,1 | 2,9 | |
| | | 44,6 | | 5,4 | | 45,0 | | 5,0 | | |
| | | 50,0 | | | | 50,0 | | | | |

9. Zählung: Gemeindewald Odenthal, Reg. Bez. Köln. Höhe über NN etwa 110 m. Kleiner, etwa 70jähriger Fichtenbestand an der Straße nach Berg. Gladbach; steiler Westhang. Der Wipfel einer gefällten Fichte ist dicht besetzt mit Mutter- und Larvengängen, die sehr starken Reifefraß aufweisen und teilweise nur noch vereinzelt Käfer enthalten Daneben Überwinterungsgänge. Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23. III. 26 | 24.—25. III. 26 | 111 | 18 | 15 | 8 | 110 | 5 | 15 | 7 | 289 |
| in Prozent: | | 38,4 | 6,2 | 5,2 | 2,8 | 38,1 | 1,7 | 5,2 | 2,4 | |
| | | 44,6 | | 8,0 | | 39,8 | | 7,6 | | |
| | | 52,6 | | | | 47,4 | | | | |

10. Zählung: Dieselbe Stelle wie Zählung 9 Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. IV. 26 | 8.—9. IV. 26 | 84 | 16 | 10 | 10 | 97 | 7 | 7 | 8 | 239 |
| in Prozent: | | 35,2 | 6,7 | 4,2 | 4,2 | 40,6 | 2,9 | 2,9 | 3,3 | |
| | | 41,9 | | 8,4 | | 43,5 | | 6,2 | | |
| | | 50,3 | | | | 49,7 | | | | |

11. Zählung: Das Material wurde an derselben Stelle und am selben Tage wie das der 10. Zählung gesammelt und bis zum 15. IV. im Freien (Garten) aufbewahrt. Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. IV. 26 | 15. IV. 26 | 29 | 9 | 24 | 4 | 33 | 7 | 26 | 8 | 140 |
| in Prozent: | | 20,7 | 6,4 | 17,1 | 2,9 | 23,6 | 5,0 | 18,6 | 5,7 | |
| | | 27,1 | | 20,0 | | 28,6 | | 24,3 | | |
| | | 47,1 | | | | 52,9 | | | | |

12. Zählung: Obf. Gahrenberg, Bez. Kassel, Distr. 40. Höhe über NN etwa 310 m. Ca. 75jähriger Fichtenbestand. Teilweiser typographus-Befall mit chalcographus. In den Gängen waren auffallend wenig Käfer. Befund:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22. IV. 26 | 23.—24. IV. 26 | 54 | 9 | 4 | 3 | 75 | 3 | 13 | 4 | 165 |
| in Prozent: | | 32,9 | 5,5 | 2,3 | 1,8 | 45,6 | 1,8 | 7,8 | 2,3 | |
| | | 38,4 | | 4,1 | | 47,4 | | 10,1 | | |
| | | 42,5 | | | | 57,5 | | | | |

Wegen Einsetzens der Schwärmzeit mußte die Fortführung der Zählungen hier abgebrochen werden. Da Verf. sich nicht ständig am gleichen Orte aufhielt, konnte nicht stets von der gleichen Stelle beschafftes Material zu den Zählungen benutzt werden. Es hat sich aber gezeigt, daß Ortsverschiedenheiten keinen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis haben. Vorsichtshalber wurde jeder Tabelle eine kurze Beschreibung des Fundortes vorangesetzt. In den Tabellen sind neben den lebend vorgefundenen Männchen und Weibchen in einer besonderen Spalte auch die toten Käfer aufgeführt. Von der 4. Zählung ab wurde außerdem noch zwischen „dunkeln" und „hellen" Käfern unterschieden. Unter „hellen" Käfern sind die eben aus der Puppe geschlüpften weißen, dann die hellgelben, gelben und dunkelgelben Individuen verstanden, während die im Ausfärbungsprozeß weiter fortgeschrittenen braunen, braunschwarzen und schwarzen Imagines als „dunkel" bezeichnet wurden. Diese Unterscheidung wurde gemacht, um einen Einblick in den Fortgang der Ausfärbung der Jungkäfer zu erhalten. Die Zählungen sind insofern etwas ungenau, als in die Spalte „dunkel" nicht nur ausgefärbte Jungkäfer, sondern auch möglicherweise noch vorhandene Altkäfer aufgenommen wurden. Um die Altkäfer von den dunkeln Jungkäfern zu scheiden, hätte man sämtliche dunklen Käfer anatomisch auf den Zustand ihres Geschlechtsorgans untersuchen müssen; dies war bei der großen Menge an Käfern unmöglich. Im übrigen hat die im Verhältnis zu der Anzahl der Jungkäfer kleine Zahl der möglicherweise im Gangsystem befindlichen Altkäfer keinen entscheidenden Einfluß auf die Genauigkeit des Ergebnisses.

Kurz zusammengestellt war das prozentuale Verhältnis der Männchen und Weibchen folgendermaßen:

Tabelle 2.

| Zählung | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Männchen . . | 48,0 | 49,4 | 43,0 | 49,7 | 51,3 | 51,7 |
| Weibchen . . | 52,0 | 50,6 | 57,0 | 50,3 | 48,7 | 48,3 |
| Differenz . . | — 4,0 | — 1,2 | — 14,0 | — 0,6 | + 2,6 | + 3,4 |

| | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Männchen . . | 46,5 | 50,0 | 52,6 | 50,3 | 47,1 | 42,5 |
| Weibchen . . | 53,5 | 50,0 | 47,4 | 49,7 | 52,9 | 57,5 |
| Differenz . . | — 7,0 | 0,0 | + 5,2 | + 0,6 | — 5,8 | — 15,0 |

Das Verhältnis bleibt, von kleinen Schwankungen nach oben und unten abgesehen, den ganzen Winter hindurch ungefähr gleich. In einem Fall (8. Zählung) war die Geschlechterzahl vollkommen gleich, in 7 Fällen war die Zahl der Weibchen, in 4 Fällen die der Männchen größer. Doch sind die Unterschiede nur gering. Lediglich bei der 3. und der 12. Zählung tritt das Überwiegen der Weibchen erheblich in Erscheinung.

Für den ersten Fall ergibt sich die Erklärung aus der Ortsbeschreibung: „vereinzelt Überwinterungsfraßstellen und nur ganz selten Mutter- und Larvengänge". Da der Inhalt der Larvengänge nicht getrennt von dem Inhalt der Überwinterungsgänge ausgezählt wurde, ist die Zählung nicht zu werten, weil nicht feststeht, ob die Überwinterungsgänge von Alt- oder Jungkäfern bewohnt wurden, und, falls nur Jungkäfer vorhanden waren, ob ihr Geschlechtsverhältnis dem ursprünglichen entsprach. Die erheblich größere Zahl der Weibchen bei der 12. Zählung läßt sich aus der Ortsbeschreibung nicht erklären. Allerdings könnte aus der Tatsache, daß nur noch wenig Käfer in den Gängen waren, geschlossen werden, daß schon Käfer ausgeflogen waren; unter diesen ausgeflogenen Individuen haben sich vielleicht mehr Männchen als Weibchen befunden. (Siehe darüber weiter im Abschnitt 5b.)

Eine Zusammenstellung der Prozentzahlen der lebenden und toten Käfer ergibt folgendes Bild:

Tabelle 3.

Prozentzahlen der lebenden und toten Käfer.

| Zählung | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Männchen, | | | | | | |
| lebend . . . | 45,0 | 47,0 | 39,2 | 45,0 | 43,1 | 41,3 |
| tot . . . . | 3,0 | 2,4 | 3,8 | 4,7 | 8,2 | 10,4 |
| Weibchen, | | | | | | |
| lebend . . . | 46,2 | 45,9 | 55,1 | 46,5 | 40,4 | 30,1 |
| tot . . . . | 5,8 | 4,7 | 1,9 | 3,8 | 8,3 | 18,3 |

| Zählung | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Männchen, | | | | | | |
| lebend . . . | 40,6 | 44,6 | 44,6 | 41,9 | 27,1 | 38,4 |
| tot . . . . | 5,9 | 5,4 | 8,0 | 8,4 | 20,0 | 4,1 |
| Weibchen, | | | | | | |
| lebend . . . | 47,3 | 45,0 | 39,8 | 43,5 | 28,6 | 47,4 |
| tot . . . . | 6,2 | 5,0 | 7,6 | 6,2 | 24,3 | 10,1 |

Der Prozentsatz der toten Käfer schwankt sehr. Es war dies von vornherein anzunehmen, da die Möglichkeit, lebend den Winter zu überstehen, von zu vielen unberechenbaren Faktoren abhängt, um sich zahlenmäßig erfassen zu lassen. Es läßt sich ein, allerdings sehr unregelmäßiges, Anwachsen des Prozentsatzes der Toten im Laufe des Winters feststellen. Die Sterblichkeit der Männchen ist nicht größer als die der Weibchen.

Zur Prüfung des Verhältnisses zwischen hellen und ausgefärbten Käfern im Laufe des Winters mögen die folgenden Zusammenstellungen dienen. Da die Prozentzahlen der Zählungstabellen sich auf die Gesamtsumme der gefundenen Käfer beziehen, hier aber nur das Verhältnis der lebenden Männchen sowie der lebenden Weibchen in bezug auf den Grad

der Ausdunkelung beleuchtet werden soll, sind nur die absoluten Zahlen der einzelnen Tabellen zusammengestellt worden; diese wurden dann wiederum in Prozent umgerechnet, wobei z. B. lebende dunkle + lebende helle Männchen = 100 gesetzt wurden.

Tabelle 4.

Anzahl der hellen und dunklen Männchen.

| Zählung | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| lebende Männchen, | | | | | | | | | |
| hell . . . | 44 | 66 | 0 | 64 | 18 | 18 | 16 | 9 | 9 |
| dunkel . . | 147 | 2 | 52 | 73 | 89 | 111 | 84 | 29 | 54 |
| in Prozent, | | | | | | | | | |
| hell . . . | 23,0 | 97,1 | 0,0 | 46,7 | 16,8 | 14,0 | 16,0 | 23,7 | 14.3 |
| dunkel . . | 77,0 | 2,9 | 100 | 53,3 | 83,2 | 86,0 | 84,0 | 76,3 | 85,7 |

Es ist nicht, wie man vielleicht hätte erwarten können, eine ständige Abnahme der hellen und entsprechende Zunahme der dunklen Käfer erkenntlich. Die Ausdunkelung der überwinternden Jungkäfer geht völlig unregelmäßig vor sich; sie ist offenbar wie die Entwicklung der Larven abhängig von der Lage und Beschaffenheit des Brutstücks und den dadurch bedingten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen.

Tabelle 5.

Anzahl der hellen und dunklen Weibchen.

| Zählung | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| lebende Weibchen, | | | | | | | | | |
| hell . . . | 38 | 60 | 0 | 51 | 14 | 5 | 7 | 7 | 3 |
| dunkel . . | 160 | 4 | 38 | 109 | 94 | 110 | 97 | 33 | 75 |
| in Prozent, | | | | | | | | | |
| hell . . . | 19,2 | 93,8 | 0,0 | 31,9 | 13,0 | 4,3 | 6,7 | 17,5 | 38,5 |
| dunkel . . | 80,0 | 6,2 | 100 | 68,1 | 87,0 | 95,7 | 93,3 | 82,5 | 61,5 |

Über die Ausfärbung der Weibchen ist das Gleiche zu sagen wie bei den Männchen; auch sie ist unregelmäßig.

Vergleicht man den prozentualen Anteil der hellen Männchen an der Gesamtsumme der lebenden Männchen mit dem prozentuellen Anteil der hellen Weibchen an der Gesamtzahl der lebenden Weibchen, so ist zu erkennen, daß die Zahl der hellen Männchen regelmäßig größer als die der hellen Weibchen ist. Zur besseren Übersicht sind die beiden Reihen der Prozentzahlen aus den Tabellen 4 und 5 zusammengestellt:

Tabelle 6.

Der prozentuelle Anteil der hellen Männchen und Weibchen an der Gesamtsumme der lebenden Männchen bezw. Weibchen.

| Zählung | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| helle Männchen . | 23,0 | 97,1 | 0,0 | 46,7 | 16,8 | 14,0 | 16,0 | 23,7 | 14,3 |
| helle Weibchen . | 19,2 | 93,8 | 0,0 | 31,9 | 13,0 | 4,3 | 6,7 | 17,5 | 38,5 |

Mit Ausnahme der letzten Zählung, die jedoch kaum zu rechnen ist, da bei ihr auch das Gesamtgeschlechtsverhältnis aus dem Rahmen der übrigen Zählungen fällt, überwiegt bei sämtlichen Zählungen der prozentuelle Anteil der hellen Männchen über den der hellen Weibchen. Der Grund für diese Tatsache ist nicht etwa darin zu suchen, daß die Zahl aller lebenden Männchen größer als die Zahl der lebenden Weibchen. Wir haben Seite 364 gesehen, daß das Gesamtgeschlechtsverhältnis, d. h. das Verhältnis der Summe der lebenden und toten Männchen zur Summe der lebenden und toten Weibchen ziemlich konstant 1 : 1 ist. Die Zahl der toten Weibchen ist nach Tabelle 3 nicht durchweg größer als die Menge der toten Männchen. Also kann auch die Zahl der lebenden Männchen nicht größer sein als die der lebenden Weibchen. Es ist demnach unmöglich, das Überwiegen der hellen Männchen aus der allgemein größeren Zahl der Männchen zu erklären. Stellt man umgekehrt die Prozentsätze der dunklen Männchen und Weibchen zusammen, so ergibt sich ein stetes Überwiegen der dunklen Weibchen (wiederum mit Ausnahme der letzten Zählung) Verf. sieht als einzige Erklärung für diese auffallende Tatsache ein schnelleres Ausdunkeln der weiblichen Käfer an. Wenn der Ausfärbungsprozeß der Weibchen schneller als der der Männchen vor sich geht, so muß man stets eine größere Anzahl dunkler Weibchen als dunkler Männchen, bezw. stets mehr helle Männchen als helle Weibchen vorfinden.

Zusammenfassung: 1. Die Entwicklung der Larven während des Winters geht je nach der Lage des Brutstammes und den dadurch bedingten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen sehr ungleichmäßig vor sich. 2. Das Geschlechtsverhältnis der Jungkäfer von *P. chalcographus* ist 1 : 1 und verändert sich im Laufe des Winters nicht. 3. Eine regelmäßige Veränderung des Verhältnisses zwischen lebenden und toten Käfern in den Gängen ist im Laufe des Winters nicht festzustellen. 4. Ebenso ist keine regelmäßige Veränderung im Verhältnis zwischen lebenden hellen und dunklen Männchen, bezw. lebenden hellen und dunklen Weibchen im Verlauf des Winters zu erkennen. 5. Die Ausdunklung der Weibchen während des Winters geht schneller vor sich als die der Männchen.

### b) In Überwinterungsgängen.

Es mag zuweilen vorkommen, daß die noch im Spätherbst ausgeflogenen Jungkäfer der 2. Generation sich zum Brutgeschäft einbohren, dann aber durch plötzlich eintretende Kälte vom Beginn der Fortpflanzungstätigkeit abgehalten werden. Es entstehen dann nicht die bekannten sternförmigen Gangsysteme, sondern eigenartige, dendritisch geformte Fraßbilder, die ich Überwinterungs- oder Winterfraßgänge nennen möchte.

Es sei mir gestattet, kurz auf die verschiedenen Gangarten einzugehen, da häufig im Schrifttum nicht klar zwischen den verschiedenen

Fraßarten unterschieden wird, und auf verschiedene Weise entstandene Gänge mit gleichen Namen belegt werden. Wir unterscheiden bei den Fraßgängen der Borkenkäfer einerseits Brutgänge, die zum Zweck der Eiablage angelegt werden und nur nebenbei der Ernährung des Mutterkäfers dienen, und andererseits Ernährungsgänge, deren Zweck allein in der Ernährung des Käfers liegt. Die Ernährungsgänge können aus dreierlei Ursachen entstehen: zuerst durch den zur Ausreifung der Geschlechtsorgane erforderlichen Reifefraß der Jungkäfer; dann durch den Regenerationsfraß der Altkäfer, der zur Regeneration der abgebrunfteten Geschlechtsorgane dient; schließlich entstehen Ernährungsgänge durch Schlechtwetterfraß, der von den Käfern bei ungünstiger Witterung vollführt wird, um den Hunger zu stillen. Setzt das schlechte Wetter erst nach dem Ausfliegen ein, so bohren sich die Käfer ein und fertigen ein selbständiges Ganggebilde an; hindert die ungünstige Witterung die Käfer jedoch schon am Ausfliegen, so entstehen keine selbständigen Fraßbilder, sondern die Jungkäfer beginnen von ihren Puppenwiegen aus zu fressen. Der erste Teil dieses Fraßes ist noch als Reifefraß zu werten; sobald die Ausreifung des Genitalorgans abgeschlossen ist, beginnt der Schlechtwetterfraß. Diese beiden aufeinander folgenden Fraßarten können zusammen als Nachfraß bezeichnet werden.

Der Winterfraß ist lediglich eine Abart des Schlechtwetterfraßes. Während der Schlechtwetterfraß zu jeder Jahreszeit vorkommen kann, dient der Winterfraß zur Ernährung der überwinternden Käfer. Ferner liegt ein Unterschied in der Dauer des Fraßes: der Schlechtwetterfraß wird in der Regel nur kurze Zeit, solange das „schlechte Wetter" anhält, ausgeübt; der Winterfraß dauert Monate. Auch der Winterfraß kann entweder selbständig oder im Zusammenhang mit den alten Brutgängen auftreten. Letzteres ist der Fall wenn die Jungkäfer während des Winters aus der Puppe schlüpfen sich aber noch bis zum Frühjahr unter der Rinde aufhalten müssen; sie üben dann Nachfraß aus, der sich aus Reifefraß und Winterfraß zusammensetzt. Das Fraßbild ist schließlich nur noch ein unentwirrbares Durcheinander von Gängen.

Eigenartiger sehen die eigentlichen, selbständigen Überwinterungsgänge aus. Sie finden sich gerade bei *P. chalcographus* ziemlich häufig; das Mündener zoologische Institut besitzt mehrere solche Fraßstücke, denen natürlich nicht mehr anzusehen ist, ob sie Schlechtwetter- oder Überwinterungsgänge darstellen. Zwei vortreffliche Abbildungen dieser Fraßstücke finden sich in der neuesten Auflage des Nüßlin-Rhumbler. Ein anderes Fraßstück zeigt sehr schön die verschiedenen Entwicklungszustände der Wintergänge. Abb. 12 zeigt eine Zusammenstellung der charakteristischsten dieser Stadien. Gang 1 besteht lediglich aus einer rammelkammerähnlichen Aushöhlung mit einem Einbohrloch. Gang 2 ist schon weiter gediehen; er hat zwei Bohrlöcher. Bei 3 liegen zwei Gänge nebeneinander; bei weiterer Ausdehnung des Fraßes werden sie mit-

einander verschmelzen, und es entstehen schließlich überaus verzweigte Gebilde, wie es der allerdings noch nicht sehr alte Gang 6 veranschaulicht. Auffallend ist, daß sehr häufig mehr Käfer in den Gängen fressen, als Einbohrlöcher vorhanden sind. Es müssen also, wie Seitner (80) auch für *Ips typographus* annimmt, mehrere Käfer den gleichen Eingang benutzt haben.

Das Zustandekommen von Schlechtwetterfraß ist bedingt durch den Eintritt ungünstiger Witterung, die Entstehung von Überwinterungsfraß im besonderen durch den Eintritt winterlicher Kälte. Der zur Auslösung des Winterfraßes erforderliche Temperaturgrad ist unbekannt. Zufällig erzielte Verf. bei zu anderen Zwecken angestellten Zuchtversuchen typischen Schlechtwetterfraß bei Käfern, die ständig einer Temperatur von 15,6 ° C ausgesetzt waren. Parallelzuchten in Temperaturen von

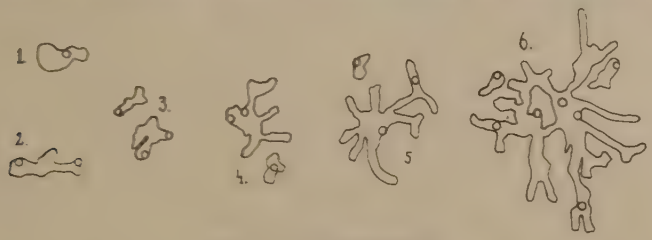



Abb. 12. Überwinterungsgänge.

20,0 ° C zeigten normale Brutgänge. Da bei anderen Zuchten Brutgänge schon bei einer Durchschnittstemperatur von 18,4 ° C erzielt wurden, dürfte bei *P. chalcographus* die Grenze zwischen Brutfraß und Überwinterungsfraß bei einer Temperatur zwischen 15,6 und 18,4 ° C liegen.

Einen weiteren Grund für das Zustandekommen des Winterfraßes sieht Seitner in der Übervölkerung der Geburtsstätten, welche die Käfer, vom Hungergefühl getrieben, zwingt, trotz anhaltend schlechten Wetters auszufliegen und neue Winterlager zu suchen.

### c) An anderen Orten.

Seitner (80) fand im Herbst *Ips typographus* wiederholt, aber immer nur vereinzelt unter dem die Wurzelanläufe bedeckenden Moos. Diese Beobachtungen wurden anläßlich der Borkenkäferkalamität in Oberösterreich in den Jahren 1921 und 1922 gemacht. Wenn schon bei einer ungeheueren Massenvermehrung der Käfer zwar wiederholt, aber immer nur vereinzelt am Boden angetroffen wurde, wird die Zahl der unter Moos und Streu zu findenden in normalen Jahren verschwindend gering sein. Seitner hält ein den ganzen Winter überdauerndes Verweilen des Käfers am Boden für unwahrscheinlich: „Ob die Bodenstreu als solche allein für den durch schlechtes Wetter schon frühzeitig zur

Einwinterung gezwungenen Käfer ein brauchbares, dauerndes Winterquartier darstellt, ist mehr als zweifelhaft, denn der Käfer will dort, wo er Schutz sucht, wenn Temperaturverhältnisse die Anregung hierzu geben, auch fressen können, er ist, solange er sich nicht im Zustande der Kältestarre befindet, immerfort hungrig."

## 5. Die Flugzeit.

### a) Beginn des Schwärmens.

Wir haben Seite 359 gesehen, daß von Ende Februar (1926) ab fast nur noch überwinternde Jungkäfer, keine Larven mehr gefunden wurden. Diese Käfer fliegen trotz vollendeten Reifefraßes nicht aus, sondern bleiben solange unter der schützenden Rinde, bis ein genügend hoher Wärmegrad sie aus ihren Winterquartieren hervorlockt. Eichhoff (33) war der Ansicht, daß ein Schwärmen nur bei Sonnenschein erfolgen könnte: „Kein Borkenkäfer fliegt von freien Stücken an kühlen Tagen oder auch nur bei bewölktem Himmel. Selbst eine Zimmerwärme von annähernd + 20° C verlockt die schon vollständig flugfertigen Käfer nicht aus ihren Geburtsstätten oder sonstigen Verstecken, wenn nicht draußen im Freien warmer Sonnenschein herrscht. Letzterer wird vom Käfer allemal abgewartet." Und Henschel (45) schrieb noch 1895: „Wärme allein genügt nicht, um die Käfer zum Schwärmen zu veranlassen: es ist auch Sonnenschein notwendig." Dieser Auffassung, das Schwärmen könne nur bei Sonnenschein stattfinden, wurde schon 1889 von Pauli (68) widersprochen: „Die Bewölkung des Himmels hält die reifen Käfer überhaupt nicht vom Schwärmen ab; was sie bestimmt, sich herauszubohren, ist einzig die Wärme." Die Sonne spielt nur als Wärmespenderin eine, allerdings im Frühjahr bedeutende, Rolle. Wenn in den ersten Frühlingstagen die Lufttemperatur noch niedrig ist, kann nur durch direkte Insolation die Temperatur der Brutstücke derart gesteigert werden, daß ein Ausschwärmen erfolgt. So wird, wenigstens im Frühling, eine zum Schwärmen hinreichende Wärme nur an sonnigen Tagen erreicht.

Der Wärmegrad, der den Anstoß zum Auskriechen gibt, ist bei den einzelnen Arten verschieden. Seit langem werden sogenannte Früh- und Spätschwärmer unterschieden. Zu den letzteren gehört *P. chalcographus*; er bedarf also einer verhältnismäßig hohen Schwärmtemperatur. Pauli (67) gibt für *Ips typographus* als unterste Schwärmtemperatur eine solche von 16° R, d. s. 20° C an, während er den wetterhärteren *P. chalcographus* schon bei einer Temperatur von 13° R, also 16,25° C schwärmen läßt. Diese Angaben sind vielleicht etwas zu hoch. Kolmodin (55) sah 1914 *Ips typographus* bei ungefähr 18° C schwärmen. Fuchs (38) gibt eine große Anzahl von Mittagstemperaturen an Schwärmtagen des Buchdruckers in den Jahren 1900—1905 an; sie liegen zwischen 13,4° und 20,6° C, bewegen sich also im Durchschnitt unter der von Pauli angegebenen

Schwärmtemperatur. Es erhebt sich hier allerdings die Frage, ob die angegebenen Mittagstemperaturen auch den Schwärmtemperaturen entsprechen; einmal besteht die Möglichkeit, daß es an den betreffenden Tagen zu einer anderen Tageszeit wärmer gewesen ist, andererseits kann auch die Eigenwärme der Stämme aus denen die Käfer ausflogen, durch unmittelbare Sonnenbestrahlung weit über die Lufttemperatur gesteigert worden sein.

Um die erste Fehlerquelle möglichst auszuschalten, wurden bei meinen im Folgenden beschriebenen Versuchen die Temperaturen in zweistündigem Abstand abgelesen. Eine durch direkte Insolation entstehende Differenz zwischen Brutstück- und Lufttemperatur ist am einfachsten dadurch zu verhindern, daß die Versuchsrollen ständig im Schatten gehalten werden; leider läßt sich, wenn das Auskriechen nicht allzusehr verzögert werden soll, wenigstens im Frühjahr auf die Erwärmung durch Sonnenstrahlung nicht verzichten. Doch wurde der durch den möglicherweise entstehenden Temperaturunterschied bedingte Fehler ziemlich klein gemacht, indem einmal die Hölzer derart aufgestellt wurden, daß sie täglich höchstens 2 Stunden von der Sonne beschienen werden konnten, und andererseits die Brutstücke in Gläser eingeschlossen wurden. Bei Sonnenbestrahlung war die Lufttemperatur in den Gläsern höher als die Außentemperatur durch Insolation des Glases und weil auch die Brutrolle die empfangene Wärme gleich wieder ausstrahlte, und die ausgestrahlte Wärme nicht wie im Freien durch kältere Luftströmungen fortgeführt werden konnte. Günstigstenfalls kann man annehmen, daß die Holztemperatur gleich der der umgebenden Luft war; doch ist dies sehr unwahrscheinlich. Wenn auch auf diese Weise die zweite Fehlerquelle nicht ganz verstopft wurde, so ist doch anzunehmen, daß die angestellten Versuche klarere Bilder ergeben als die Feststellung der Schwärmtemperatur auf Grund der Mittagstemperatur oder auch der Höchsttemperatur des Schwärmtages.

Anfang Januar 1927 brachte ich einen Teil eines in der Oberförsterei Königsforst gefundenen *chalcographus*-befallenen Fichtenzopfes in meine Wohnung in Köln und setzte ihn hier in einem mit Deckel verschlossenen Glasgefäß in den Garten. Das Zuchtglas stand unter einem Schutzdach, sodaß es vor Regen und Schnee geschützt war und täglich nur zwei Stunden von der Sonne beschienen werden konnte. Außer dem oben angegebenen Grunde wurde hierdurch eine Nachahmung der Verhältnisse im Walde bezweckt, die dem auf dem Boden liegenden Brutstück ja auch nur einen geringen Anteil an Sonnenwärme zukommen lassen. Bis Anfang März waren keine Käfer ausgekrochen. Es wurden nun noch 3 weitere befallene Wipfelstücke aus demselben Distrikt in Glasgefäße eingezwingert und an den gleichen Ort wie das erste Glas gebracht. Die 4 Gläser wurden mit A, B, C und D bezeichnet; D enthielt die im Januar geholte Brutrolle. Glas A und B waren mit Gaze verschlossen; Temperatur und Feuchtigkeit wurden durch Thermometer und Hygrometer, die sich

in Glas A befanden, gemessen. Der Verschluß der Gläser C und D wurde durch Glasdeckel gebildet; zur Kontrolle der in Glas A abgelesenen Temperaturen war auch in C ein Thermometer angebracht; Feuchtigkeitsablesungen erübrigten sich, da die Luft in den mit Glasdeckeln abgeschlossenen Zuchtgläsern durch die Verdunstung der im Brutstück vorhandenen Feuchtigkeit stets wassergesättigt war, die Luftfeuchtigkeit also durchweg 100 % betrug. Die Thermometer waren im Schatten der Brutstücke angebracht, sodaß sie von direkten Sonnenstrahlen nicht erreicht wurden. In Tabelle 7 sind in der ersten Spalte die Temperaturen in den Gläsern in zweistündigem Abstand aufgezeichnet, daneben ist der höchste in den Gefäßen erreichte Wärmegrad gesondert notiert. Es folgen die Tiefsttemperaturen im Freien, der allgemeine Witterungscharakter und schließlich die mittlere Feuchtigkeit in den Gläsern A und B. In einer letzten Spalte sind die an dem betreffenden Tage ausgekrochenen Käfer aufgezeichnet; ihre Zahl wurde stets abends festgestellt. Die Tabelle zeigt besonders in der ersten Spalte viele Lücken; sie wurden dadurch hervorgerufen, daß es Verf. häufig wegen anderweitiger Arbeit unmöglich war, die Temperaturen abzulesen.

Die Höchsttemperaturen sind am 10. und 11. März 16° bezw. 13°. Am 12. kriecht in D der erste Käfer aus bei einer Temperatur von 9°. Trotz der hohen Wärme am 13. erscheinen erst am 15. wieder 2 Käfer bei einer Höchsttemperatur von 15°. Am 16. kriecht bei 18° der erste Käfer in B aus. Dann bringt bis einschließlich 13. März jeder Tag neue Käfer; selbst am 18., der nur eine Maximaltemperatur von 12° erreicht, kriecht in C ein Männchen aus. Am 24. sind es 13°: kein Käfer. Am 25. werden 15° erreicht: 5 Käfer; am 26. nur 14°: kein Käfer. Bei gleicher Temperatur am nächsten Tage 2 Käfer. Der 28. bringt bei 22° den ersten größeren Schwarm in D: 24 Stück. Am 29. bei 15°: 2 Männchen in D. Vom 30. März bis 4. April wird als Maximum 12° erreicht; nur 2 Käfer kriechen am 2. April aus. Am 5. und 6. Auskriechen bei 16° und 15°. Am 7. nur 12°; es herrscht Ruhe. Am 8. April 21°: insgesamt 68 Käfer. Am 9. sinkt die Höchsttemperatur auf 14°: nichts. Am 10. wieder 15°: 8 Käfer. Am 11. 27°: 66 Stück. Und so geht es weiter: hohe Temperaturen bringen hohe Zahlen, niedrige nichts. Am 22. April hat das Auskriechen sein Ende erreicht. Es folgen nur noch wenige Nachzügler vom 27. April bis 3. Mai.

Pauly hat als untere Schwärmtemperatur für *P. chalcographus* 16,25° C angegeben. Tabelle 7 zeigt, daß das Schwärmen auch schon bei niedrigeren Temperaturen erfolgen kann; so sind von insgesamt 559 Käfern 27, d. h. 4,83 % schon bei Wärmegraden unter 15° C ausgeflogen. Der zur Auslösung des Schwärmtriebes eben noch hinreichende Wärmegrad dürfte ungefähr bei 15° C liegen. Das zeigen folgende Tage: bei 5° am 14. März kein Schwärmen, bei 15° am 15. kriechen 2 Käfer aus; ferner bei 18° am 23. März 8 Käfer, bei 13° am 24. nichts und am 25. bei 15° 5 Käfer,

Tabelle 7.

| Datum | Temperatur im Glas um Uhr: 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | Maximum im Glase | Minimum im Freien | Witterung | Mittlere Feuchtigkeit | Ausgekrochen in Glas A ♂ | A ♀ | B ♂ | B ♀ | C ♂ | C ♀ | D ♂ | D ♀ | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10. III. 27 | 2 | — | — | 16 | 11 | 9 | 7 | 16 | 2 | halb bedeckt | 96 | | | | | | | | | |
| 11. | 4 | 7 | 6 | 13 | 8 | — | 4 | 13 | 4 | bedeckt | 97 | | | | | | | | | |
| 12. | 3 | 7 | — | 9 | — | — | — | 9 | 3 | wolkig | 100 | | | | | | | 1 | | 1 |
| 13. | — | 17 | 20 | 17 | — | — | — | 20 | | heiter | 73 | | | | | | | | | |
| 14. | — | 4 | — | 5 | — | 4 | 4 | 5 | 4 | trübe | 100 | | | | | | | | | |
| 15. | 1 | 6 | 15 | 14 | — | 7 | 5 | 15 | 1 | heiter | 88 | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| 16. | 0 | 17 | 18 | 18 | — | 11 | — | 18 | 0 | heiter | 82 | | | 1 | | | | | | 1 |
| 17. | — | 18 | — | 18 | 15 | 13 | — | 18 | 3 | heiter | 86 | | | | | | | 2 | | 2 |
| 18. | — | 7 | — | 10 | 12 | — | — | 12 | 4 | wolkig | 100 | | | | | 1 | | | | 1 |
| 19. | — | 12 | — | 15 | — | — | 9 | 15 | 6 | heiter | 94 | | | | | | 1 | 2 | 1 | 4 |
| 20. | — | 17 | 14 | 15 | — | — | 11 | 17 | | heiter | 96 | | | | | | | 1 | | 1 |
| 21. | 6 | 15 | 23 | 22 | 19 | — | — | 23 | 6 | heiter | 95 | | | | | 1 | | 2 | 2 | 5 |
| 22. | 8 | 23 | 24 | 18 | 15 | 14 | 12 | 24 | 7 | heiter | 90 | | | | | 1 | | 2 | | 3 |
| 23. | 12 | 12 | 16 | 18 | 16 | — | 14 | 18 | 10 | wolkig | 99 | | | | | | | 8 | | 8 |
| 24. | 8 | 9 | — | 13 | — | 11 | 10 | 13 | 8 | halb bedeckt | 99 | | | | | | | | | |
| 25 | 4 | 15 | — | 11 | 9 | 8 | 7 | 15 | 4 | heiter | 95 | | | | | | 1 | 2 | 2 | 5 |
| 26. | 8 | 14 | 14 | 14 | 11 | — | 8 | 14 | 6 | heiter | 94 | | | | | | | | | |
| 27. | — | 10 | — | 14 | — | — | 8 | 14 | | heiter | 99 | | | | | | | 2 | | 2 |
| 28. | 5 | 20 | 22 | 18 | 14 | — | 8 | 22 | 4 | heiter | 89 | 1 | | 1 | | | 1 | 14 | 10 | 27 |
| 29. | 7 | 15 | — | 14 | 13 | — | 9 | 15 | 6 | wolkig | 94 | | | | | | | 2 | | 2 |
| 30. | 7 | 8 | 12 | 11 | 10 | — | 8 | 12 | 7 | trüb — Regen | 99 | | | | | | | | | |
| 31. | 7 | — | 10 | — | — | 10 | — | 10 | 7 | trübe | 98 | | | | | | | | | |
| 1. IV. 27 | 6 | 11 | — | 12 | — | 9 | — | 12 | 5 | trübe | 98 | | | | | | | | | |
| 2. | 6 | 9 | — | 10 | 10 | 9 | 7 | 10 | 5 | wolkig | 99 | 1 | | | | | | | 1 | 2 |
| 3. | — | 6 | — | 8 | — | — | 6 | 8 | 6 | trübe | 100 | | | | | | | | | |
| 4. | 6 | 10 | 12 | 11 | 10 | — | — | 12 | 5 | wolkig | 98 | | | | | | | | | |
| 5. | 8 | 11 | — | 14 | 16 | — | 10 | 16 | 8 | trüb — Regen | 98 | 2 | | | | 1 | | 10 | 13 | 26 |
| 6. | 9 | 13 | 15 | 14 | 13 | 10 | 8 | 15 | 8 | Regen | 99 | | | | | | | | 1 | 1 |
| 7. | 7 | 9 | 9 | 8 | 9 | — | 12 | 12 | 6 | wolkig | 100 | | | | | | | | | |
| 8. | 7 | 13 | 15 | 21 | — | 13 | — | 21 | 7 | halb bedeckt | 81 | 9 | 1 | 2 | | 3 | | 27 | 26 | 68 |
| 9. | 7 | 12 | — | 14 | — | — | 9 | 14 | 5 | heiter | 95 | | | | | | | | | |
| 10. | — | 13 | — | 15 | — | — | 10 | 15 | | heiter | 91 | 2 | | | | 2 | 1 | 2 | 1 | 8 |
| 11. | 8 | 18 | 24 | 27 | 13 | 11 | 9 | 27 | 4 | heiter | 90 | 22 | 10 | 13 | 1 | 1 | | 13 | 6 | 66 |
| 12. | 7 | 11 | — | 13 | 10 | 8 | 6 | 13 | 4 | heiter | 95 | 2 | | | | 1 | | 5 | 8 | 16 |
| 13. | 5 | 6 | 9 | 14 | 13 | — | 10 | 14 | 5 | trübe | 97 | 2 | | | | | | | | 2 |
| 14. | 10 | 11 | — | 10 | 10 | — | 10 | 11 | 8 | bedeckt | 100 | | | | | | | | | |
| 15. | — | 9 | 12 | 20 | 13 | — | 8 | 20 | 8 | heiter | 87 | 18 | 9 | 3 | 5 | 5 | 2 | 3 | 8 | 53 |
| 16. | 9 | 13 | — | 14 | 16 | — | 7 | 16 | 5 | halb bedeckt | 85 | 6 | | | | 1 | 3 | 2 | 6 | 18 |
| 17. | — | 13 | 15 | 17 | — | — | 7 | 17 | | heiter | 78 | 22 | 12 | 7 | 1 | 1 | 5 | 8 | 8 | 64 |
| 18. | 9 | 12 | 20 | 18 | 16 | — | 13 | 20 | 9 | halb bedeckt | 96 | 13 | 19 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 49 |
| 19. | 10 | 15 | 19 | 20 | 18 | — | 14 | 20 | 9 | bedeckt | 97 | 2 | 1 | 4 | 7 | 1 | 3 | | | 18 |
| 20. | 17 | 20 | — | — | — | — | 14 | 20 | 10 | heiter | 99 | 1 | 21 | 4 | 14 | | 2 | | | 44 |
| 21. | — | 19 | 22 | 18 | 17 | — | 14 | 22 | 10 | wolkig | 86 | 6 | 18 | | 5 | | | | | 29 |
| 22. | — | 26 | 30 | 30 | 25 | 21 | 17 | 30 | 11 | heiter | 72 | 1 | 9 | 1 | 4 | | | | | 15 |
| 23. | — | 11 | 20 | 17 | — | — | — | 20 | 11 | wolkig - Regen | 83 | | | | | | | | | |
| 24. | — | — | 17 | — | — | — | 12 | 17 | | | 91 | | | | | | | | | |
| 25. | — | — | 15 | 14 | 11 | — | 9 | 15 | 6 | halb bedeckt | 98 | | | | | | | | | |
| 26. | — | 8 | 12 | 14 | 10 | — | — | 14 | 7 | wolkig | 82 | | | | | | | | | |
| 27. | — | 14 | 14 | — | — | — | 11 | 14 | 2 | heiter | 86 | | 1 | 1 | 1 | | | | | 3 |
| 28. | — | 17 | — | 22 | — | — | 8 | 22 | 5 | heiter | 84 | | 2 | | 5 | | | | | 7 |
| 29. | — | 14 | 20 | 20 | 18 | — | 9 | 20 | 7 | trübe | 90 | | 1 | | 2 | | | | | 3 |
| 30. | — | 16 | 21 | 20 | 17 | 12 | — | 21 | | heiter | 74 | | | 1 | | 1 | 1 | | | 3 |
| 1. V. 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | — | 25 | — | 30 | — | — | — | 30 | 7 | heiter | 67 | | | | 1 | | | | | 1 |
| 3. | — | 24 | 30 | 34 | — | — | 15 | 34 | 10 | heiter | 54 | | | | 1 | | | | | 1 |
| | | | | | | | | | | Summe | | 110 | 104 | 40 | 53 | 22 | 24 | 110 | 96 | 559 |

dann am 26. bei 14° wieder nichts und allerdings am 27. bei auch nur 14° zwei Käfer. Am 28. bei 22° starkes Auskriechen, am 29. bei 15° noch 2 Käfer, am 30. bei 12° nichts. Bis zum 4. April kriechen bei einer durchschnittlichen Höchsttemperatur von 10° nur 2 Käfer aus. Dann steigt die Temperatur am 5. auf 16°: 26 Käfer; am 6. bei 15° noch 1 Käfer, am 7. bei 12° nichts. Am 8. bei 21° wieder starkes Schwärmen, am 9. bei 14° nichts, am 10. bei 15° wieder 8 Käfer. Fuchs (38) hat darauf hingewiesen, daß die Temperatur der voraufgegangenen Nacht eine wesentliche Rolle spielt; ist sie ziemlich hoch gewesen, so wird der Schwärmtrieb viel leichter ausgelöst. Ähnliches sehen wir am 11., 12. und 13. April, allerdings mit dem Unterschied, daß nicht die vorherige Nacht, sondern der Tag zuvor sehr warm war. Am 11. findet bei 27° ein starkes Schwärmen statt; offenbar hat die hohe Erwärmung auf 27° zur Folge, daß am nächsten Tage trotz nur 13° noch 26 Käfer auskriechen, und am 13. folgen bei 14° noch zwei.

Die Zeit des Auskriechens zog sich in allen Gläsern sehr lange hin. Es konnte die schon häufig in der Literatur angegebene Beobachtung bestätigt werden, daß der gesamte Ausschwärmvorgang sich in Gestalt einer ansteigenden und wieder abfallenden Kurve abspielt. So erscheinen in Glas A vom 28. März ab einige Vorläufer, der erste Schwarm erfolgt am 11. April, der nächste am 15. April, vom 17.—22. April findet ein nur durch die Kühle der Nacht unterbrochenes Auskriechen statt. Den Höhepunkt bildet der 17. April. Vom 27.—29. April erscheinen schließlich noch einige Nachzügler. Ähnlich verläuft auch das Ausschwärmen in den übrigen Gläsern.

Auffallend ist, daß das Auskriechen in C und D früher erfolgt und auch früher beendigt ist als in A und B. Möglich ist es, daß der Grund hierfür in der höheren Luftfeuchtigkeit zu suchen ist; der Unterschied des Feuchtigkeitsprozentes in den Gläsern C und D einerseits, A und B andererseits ist jedoch so gering, daß Verf. einen derartig großen Einfluß für wenig wahrscheinlich hält. Nicht die Luftfeuchtigkeit, sondern die Wärme wird hier entscheidend sein. Die mit Glasdeckeln verschlossenen Gläser C und D bewahrten die tagsüber ampfangene Wärme bis tief in die Nacht hinein, während der Gazeverschluß von A und B die Wärme viel eher abgab. Für die Käfer in C und D waren also die Nächte nicht so kühl wie für diejenigen in A und B. Daß D wiederum einen Vorsprung vor C hat, erklärt sich zwanglos aus der schon im Januar erfolgten Einzwingerung des Brutstückes D, gegenüber der erst im März erfolgten Einzwingerung von C. Während die übrigen Rollen noch im Walde allen Witterungsunbilden ausgesetzt lagen, genoß D schon die Treibhausverhältnisse des Zuchtglases.

Kurz sei noch ein Versuch Trédls erwähnt (85). Trédl hat ein von *chalcographus* befallenes Fichtenstück in gleichmäßige Zimmertemperatur von 20° C gebracht und das Ausschwärmen der Käfer beobachtet. Er

stellte dabei fest, daß trotz der gleichbleibenden Wärme das Schwärmen durch trübe und kühle Witterung unterbrochen wurde. „Das Schwärmen war daher von der Zimmerluft unabhängig geblieben, was einen Beweis für ein sehr feines Empfindungsvermögen der Käfer gegen Luftdruckverhältnisse ist; denn die Käfer konnten bei geschlossenen Fenstern nur durch den Luftdruck die Witterungsverhältnisse im Freien wahrnehmen." Dieses Verhalten der Käfer muß auf irgend einen, von Trédl unbeachtet gebliebenen Umstand zurückzuführen sein, jedenfalls nicht auf äußere Witterungsverhältnisse. Das Ausschwärmen des Kupferstechers geht im Zimmer bei genügender Wärme ohne Rücksicht auf ungünstiges Wetter vor sich. Das beweisen die Versuche des folgenden Abschnitts, in denen Verf. zu den verschiedensten Jahreszeiten, selbst im November und Januar, im Zimmer normales Schwärmen erzielte.

Hinzugefügt sei, daß die oben dargestellten, im Frühjahr 1927 in den Zuchtgläsern erzielten Schwärmzeiten nicht denen im Freien entsprechen, da die Treibhausverhältnisse der Gläser ein schnelleres Ausreifen der Versuchskäfer zur Folge hatte.

### b) Verschiedenheit im Auskriechen der Männchen und Weibchen.

Verf. hat 1925 mitgeteilt, daß aus vom Kupferstecher befallener Rinde, die in Papier eingewickelt war, die Männchen eher und zahlreicher auskrochen als die Weibchen. Es soll hier näher auf diese Beobachtung eingegangen werden. Wie auf Seite 361 erwähnt, wurde bei den ersten Zählungen zur Feststellung des Geschlechtsverhältnisses die Rinde befallener Stämme in Papier eingewickelt ins Institut gebracht und hier untersucht. Bei diesem Transport kroch stets eine erhebliche Anzahl der Käfer aus der Rinde und wurde nachher im Papier wiedergefunden. Dabei machte ich die Beobachtung, daß im Papier regelmäßig mehr Männchen als Weibchen steckten, während das Geschlechtsverhältnis in den Rindenstücken umgekehrt war. Tabelle 8 gibt die Prozentzahlen der bei den vier Zählungen im Papier und in der Rinde gefundenen Männchen und Weibchen an.

Tabelle 8.

| Rinde gesammelt am | Käfer gezählt am | Zahl der Käfer in Prozent im Papier | | in der Rinde | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 6. XI. 25 | 9—11. XI. 25 | 57,6 | 42,4 | 48,3 | 51,7 |
| 10. XI. 25 | 11. XI. 25 | 66,7 | 33,3 | 39,1 | 60,9 |
| 12. XI. 25 | 12.—13. XI. 25 | 55,8 | 44,2 | 43,3 | 56,7 |
| 13. XI. 25 | 14. XI. 25 | 61,8 | 38,2 | 34,1 | 65,9 |
| | im Durchschnitt: | 60,5 | 39,5 | 41,2 | 58,8 |

Diese Beobachtung erweckte in mir die Vermutung, daß die Männchen eher als die Weibchen auskriechen, und gab hierdurch Anlaß zu einer

Reihe gleichartiger Versuche. Mit chalcographus besetzte Fichtenstücke wurden in Glasgefäße gebracht und entweder einer konstanten Temperatur ausgesetzt oder ins Freie gestellt. In gleichbleibenden Abständen — täglich oder alle zwei Tage — wurde die Zahl der ausgekrochenen Männchen und Weibchen notiert. Die ausgekrochenen Käfer wurden aus den Gläsern entfernt.

1. Versuchsreihe. Versuch A. Die Fichtenrolle stammte aus der Oberförsterei Gahrenberg. Sie wurde am 8. März 1926 in der Wohnung des Verf. neben einen Heizkörper gesetzt. Das im Glas befindliche Thermometer zeigte nahezu konstant eine Temperatur von 20° C an. Tabelle 9 zeigt, daß schon am ersten Tage nach Beginn des Versuches 1 Männchen und 2 Weibchen sich im Glas fanden; während der drei nächsten Tage kroch kein Käfer aus. Am 13. März aber fanden sich neben 2 Weibchen 24 Männchen; am nächsten Tage war der Unterschied nicht so groß, aber immer noch überwogen die Männchen.

Versuche B und C. Das Material stammt aus der Oberförsterei Königsforst, Bez. Köln. Versuch B wurde am 25. März 1926, Versuch C am 8. April 1926, beide am gleichen Ort wie Versuch A begonnen. Temperatur wieder ca. 20° C. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 10 und 11 dargestellt. Auch hier zeigt sich einwandfrei ein Überwiegen der Männchen bei Beginn des Auskriechens.

Versuch D. Am 15. Januar 1927 wurde ein völlig gleichartiger Versuch mit Material aus der Oberförsterei Königsforst begonnen. Temperatur wiederum ca. 20° C. Der Versuch ist insofern vollständiger als die drei vorhergegangenen, als er bis zum Ende, d. h. bis zum Auskriechen des letzten Käfers durchgeführt wurde. Tabelle 12 enthält die Zahl der bei der Durchsicht im Glase gefundenen Käfer, dann die Summe der bis zu dem betreffenden Datum ausgekrochenen Käfer und in einer dritten Rubrik diese Summe umgerechnet in Prozente der Gesamtzahl der Männchen bezw. Weibchen. Man erkennt, daß am 21. Januar 15,8% der Männchen, aber erst 7,7% der Weibchen, und am 23. sogar 53,5% der Männchen und nur 29,2% der Weibchen ausgekrochen sind. Bei den späteren Zahlen gleicht sich dieser gewaltige Unterschied wieder aus. Die Prozentzahlen sind auf Abbildung 13 graphisch dargestellt.

Tabelle 9.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen ♂♂ | ♀♀ |
|---|---|---|
| 9. III. 26 | 1 | 2 |
| 10. | — | — |
| 11. | — | — |
| 12. | — | — |
| 13. | 24 | 2 |
| 14. | 41 | 36 |

Tabelle 10.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen ♂♂ | ♀♀ |
|---|---|---|
| 26. III. 26 | 1 | 2 |
| 27. | — | — |
| 28. | 13 | 2 |
| 29. | 17 | 9 |
| 30. | 56 | 52 |
| 31. | 6 | 4 |

Tabelle 11.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen ♂♂ | ♀♀ |
|---|---|---|
| 9. IV. 26 | — | — |
| 10. | 9 | 4 |
| 11. | 80 | 69 |
| 12. | 1 | 3 |

Tabelle 12.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen ♂♂ | Anzahl der ausgekrochenen ♀♀ | Summe der ausgekrochenen ♂♂ | Summe der ausgekrochenen ♀♀ | Summe in Prozent ♂♂ | Summe in Prozent ♀♀ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 19. I. 27. | 5 | 7 | 5 | 7 | 4,4 | 4,8 |
| 21. | 13 | 4 | 18 | 11 | 15,8 | 7,7 |
| 23. | 43 | 31 | 61 | 42 | 53,5 | 29,2 |
| 25. | 23 | 41 | 84 | 83 | 73,7 | 57,7 |
| 27. | 3 | 10 | 87 | 93 | 76,3 | 64,6 |
| 31. | 10 | 30 | 97 | 123 | 85,1 | 85,4 |
| 2. II. 27 | 14 | 8 | 111 | 131 | 97,4 | 91,0 |
| 4. | 2 | 7 | 113 | 138 | 99,1 | 95,8 |
| 6. | 1 | 5 | 114 | 143 | 100,0 | 99,3 |
| 8. | 0 | 1 | 114 | 144 | 100,0 | 100,0 |

Sämtliche Versuche zeigen als übereinstimmendes Ergebnis ein zeitlich früheres Auskriechen der Männchen vor den Weibchen, eine schwache, aber deutliche Protandrie. Ich verstehe hier unter Protandrie nicht das frühere Ausschlüpfen der Männchen aus der Puppe, sondern das frühere Eintreten der Geschlechtsreife, die frühere Begattungsbereitschaft der Männchen gegenüber den Weibchen; begattungsbereit ist *chalcographus*, wenn er sein Winterlager verläßt und sich zum Hochzeitsfluge anschickt.

Trédl (85) hat bei einem einzelnen, im April 1908 durchgeführten Schwärmversuch mit *chalcographus* ein gleiches Ergebnis gehabt: zu Anfang der Schwärmzeit überwogen die Männchen, am Ende der Weibchen.

Als letzte Versuche E, F, G und H dieser Reihe mögen die auf Seite 370 ff. beschriebenen Versuche gelten, deren Ergebnisse in Tabelle 7 dargestellt sind. Die Zahlen der aus den Gläsern A, B, B und D ausgekrochenen Käfer wurden zwecks besserer Übersicht unter Hervorhebung

Tabelle 13.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen ♂♂ | Anzahl der ausgekrochenen ♀♀ | Summe der ausgekrochenen ♂♂ | Summe der ausgekrochenen ♀♀ | Summe in Prozent ♂♂ | Summe in Prozent ♀♀ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31. III. 27 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0,9 | 0 |
| 4. IV. 27 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1,8 | 0 |
| 8. | 11 | 1 | 13 | 1 | 11,8 | 1,0 |
| 12. | 26 | 10 | 89 | 11 | 35,5 | 10,6 |
| 16. | 26 | 9 | 65 | 20 | 59,1 | 19,2 |
| 20. | 38 | 53 | 103 | 73 | 93,6 | 70,2 |
| 24. | 7 | 27 | 110 | 100 | 100,0 | 96,1 |
| 28. | 0 | 3 | 110 | 103 | 100,0 | 99,0 |
| 2. V. 27 | 0 | 1 | 110 | 104 | 100,0 | 100,0 |

Tabelle 14.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen | | Summe der ausgekrochenen | | Summe in Prozent | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 19. III. 27 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1,9 |
| 23. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1,9 |
| 27. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1,9 |
| 31. | 1 | 0 | 1 | 1 | 2,5 | 1,9 |
| 4. IV. 27 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2,5 | 1,9 |
| 8. | 2 | 0 | 3 | 1 | 7,5 | 1,9 |
| 12. | 13 | 1 | 16 | 2 | 40,0 | 3,8 |
| 16. | 3 | 5 | 19 | 7 | 47,5 | 13,2 |
| 20. | 18 | 27 | 37 | 34 | 92,5 | 61,1 |
| 24. | 1 | 9 | 38 | 43 | 95,0 | 81,1 |
| 28. | 1 | 6 | 39 | 49 | 97,5 | 92,5 |
| 2. V. 27 | 1 | 3 | 40 | 52 | 100,0 | 98,1 |
| 6. | 0 | 1 | 40 | 53 | 100,0 | 100,0 |

des uns hier Interessierenden in den Tabellen 13, 14, 15 und 16 zusammengestellt. Die Prozentzahlen der Tabelle 13 sind auf Abb. 13 graphisch dargestellt. Auch diese Versuche, die nicht in nahezu konstanten Wärmeverhältnissen, sondern im Freien unternommen waren, lassen deutlich die Protandrie des Kupferstechers erkennen. In Tabelle 13 sind am 16. April 59,1% der Männchen, aber erst 19,2% der Weibchen ausgekrochen. In Tabelle 14 stehen am 12. April 14% Männchen nur 3,8% Weibchen gegenüber , in Tabelle 15 50% Männchen 16,7% Weibchen. Nicht ganz so stark zeigt sich die Protandrie im letzten Versuch, in

Tabelle 15.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen | | Summe der ausgekrochenen | | Summe in Prozent | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 19. III. 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4,5 | 4,2 |
| 23. | 2 | 0 | 3 | 1 | 13,6 | 4,2 |
| 27. | 0 | 1 | 3 | 2 | 13,6 | 8,3 |
| 31. | 0 | 1 | 3 | 3 | 13,6 | 12,5 |
| 4. IV. 27 | 0 | 0 | 3 | 3 | 13,6 | 12,5 |
| 8. | 4 | 0 | 7 | 3 | 31,8 | 12,5 |
| 12. | 4 | 1 | 11 | 4 | 50,0 | 16,7 |
| 16. | 6 | 5 | 17 | 9 | 77,3 | 37,5 |
| 20. | 4 | 14 | 21 | 23 | 95,5 | 95,8 |
| 24. | 0 | 0 | 21 | 23 | 95,8 | 95,8 |
| 28 | 0 | 0 | 21 | 23 | 95,5 | 95,8 |
| 2. V. 27 | 1 | 1 | 22 | 24 | 100,0 | 100,0 |

Tabelle 16.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen | | Summe der ausgekrochenen | | Summe in Prozent | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 15. III. 27 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,8 | 1,0 |
| 19. | 4 | 1 | 6 | 2 | 5,5 | 2,1 |
| 23. | 13 | 2 | 19 | 4 | 17,3 | 4,2 |
| 27. | 4 | 2 | 23 | 6 | 20,9 | 6,3 |
| 31. | 16 | 10 | 39 | 16 | 35,5 | 16,7 |
| 4. IV. 27 | 0 | 1 | 39 | 17 | 35,5 | 17,7 |
| 8. | 37 | 40 | 76 | 57 | 69,1 | 59,4 |
| 12. | 20 | 15 | 96 | 72 | 87,3 | 75,0 |
| 16. | 5 | 14 | 101 | 86 | 91,8 | 89,6 |
| 20. | 9 | 10 | 110 | 96 | 100,0 | 100,0 |

Tabelle 16, in der am 31. März 35,5% Männchen, aber erst 16,7% Weibchen ausgekrochen sind.

2. Versuchsreihe. Das Material der Versuche dieser Reihe stammt aus der Oberförsterei Kattenbühl, Bez. Hildesheim.

Versuch I begann am 13. Juli 1927. Das Zuchtglas mit dem Fichtenstück stand in einem Thermostaten mit Glaswänden, die dem Licht ungehinderten Eintrittt ließen. Die durchschnittliche Temperatur betrug 25,9 ° C. Ein Teil der Rolle wurde am 12. Juli entrindet: es fanden sich nur Larven und Puppen, keine Jungkäfer. In den ersten Tagen des Versuches krochen dunkel gefärbte, fast schwarze Käfer aus, die nichts anderes als Altkäfer, als die Elternkäfer der Brut sein konnten. Erst nach mehreren Tagen zeigten sich heller gefärbte Jungkäfer im Glase.

Tabelle 17.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen Altkäfer | | Anzahl der ausgekrochenen Jungkäfer | | Summe der Jungkäfer | | Summe in Prozent | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 18. VII. 27 | 10 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| 22. | 8 | 17 | — | — | — | — | — | — |
| 26. | 6 | 8 | 3 | 9 | 3 | 9 | 0,3 | 0,8 |
| 28. | 6 | 15 | 41 | 52 | 44 | 61 | 4,1 | 5,4 |
| 30. | 4 | 5 | 124 | 166 | 168 | 227 | 15,6 | 20,1 |
| 1. VIII. 27 | — | 3 | 222 | 241 | 390 | 468 | 36,1 | 41,3 |
| 3. | — | 1 | 202 | 211 | 592 | 679 | 54,8 | 60,1 |
| 5. | — | — | 142 | 112 | 734 | 791 | 68,0 | 69,9 |
| 7. | — | — | 133 | 170 | 867 | 961 | 80,3 | 84,9 |
| 9. | — | — | 85 | 60 | 952 | 1021 | 88,1 | 90,2 |
| 11. | — | — | 53 | 45 | 1005 | 1066 | 93,1 | 94,2 |
| 13. | — | — | 61 | 45 | 1066 | 1111 | 98,7 | 98,1 |
| 15. | — | — | 14 | 21 | 1080 | 1132 | 100,0 | 100,0 |

Tabelle 18.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen Altkäfer | | Jungkäfer | | Summe der Jungkäfer | | Summe in Prozent | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 18. VII. 27 | — | 4 | — | — | — | — | — | — |
| 22. | — | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0,7 | 0,0 |
| 24. | 1 | 5 | 35 | 55 | 38 | 55 | 9,5 | 15,0 |
| 26. | 1 | 0 | 80 | 93 | 118 | 148 | 29,6 | 40,4 |
| 28. | 4 | 3 | 68 | 59 | 186 | 207 | 46,9 | 56,6 |
| 30. | — | — | 38 | 23 | 224 | 230 | 56,3 | 62,9 |
| 1. VIII. 27 | — | — | 78 | 58 | 302 | 288 | 75,9 | 78,7 |
| 3. | — | — | 31 | 19 | 333 | 307 | 83,7 | 83,9 |
| 5. | — | — | 27 | 16 | 360 | 323 | 90,5 | 88,3 |
| 7. | — | — | 26 | 28 | 386 | 351 | 97,0 | 96,0 |
| 9. | — | — | 10 | 10 | 396 | 361 | 99,5 | 98,6 |
| 11. | — | — | 0 | 1 | 396 | 362 | 99,5 | 98,9 |
| 13. | — | — | 2 | 4 | 398 | 366 | 100,0 | 100,0 |

Tab. 17 gibt die Zahlen der Alt- und Jungkäfer getrennt an; da für uns nur die Jungkäferzahlen von Wichtigkeit sind, wurden diese allein in Prozente umgerechnet. Überraschenderweise ist hier von der bei 8 im Frühjahr vorgenommenen Versuchen entdeckten Protandrie nichts zu spüren, im Gegenteil überwiegt hier stets die Zahl der Weibchen. Die Protandrie hat sich in eine Protogynie umgekehrt.[1])

Die gleiche Erscheinung kehrt bei Versuch K wieder (Tab. 18), der mit ähnlichem Material in genau derselben Weise ausgeführt wurde wie der vorige Versuch. Das Ergebnis dieses Versuches ist ebenfalls auf Abb. 13 graphisch dargestellt.

Zur Ergänzung dieser beiden Thermostatenversuche dienten zwei weitere Versuche, deren Brutgläser ins Freie gestellt wurden. Rolle L. kam am 13. Juli in den Thermostat und wurde am 28. Juli an die Außenseite eines Institutsfensters gestellt. Die Sonne konnte nur am Spätnachmittag wenige Stunden auf das Glas scheinen. Die Temperaturen während des Tages, die Tiefsttemperatur der Nacht, sowie der allgemeine Witterungscharakter sind in Tabelle 19 verzeichnet. Tabelle 20 gibt die Zahlen der ausgekrochenen Käfer wieder. Zunächst sei bemerkt, daß im Gegensatz zu den Tabellen 13—16 keine Lücken in der Reihe der Auskriechtage zu finden sind. Auch die kältesten Tage wiesen Wärmegrade auf, die

[1]) Hingewiesen sei auf die bei dieser Versuchsrolle besonders auffallende Dichte des Befalls. Das Brutstück war 28,5 cm lang und besaß einen Durchmesser von 6,7 cm, hatte also eine Rindenfläche von 599,89 qcm. Ganz abgesehen von den Altkäfern, hatte diese Rindenfläche 2212 Jungkäfer beherbergt; auf jeden Jungkäfer entfiel also eine Fraßfläche von 0,27 qcm, oder anders ausgedrückt: jeder Quadratzentimeter enthielt 4 Larvengänge einschließlich Puppenwiege und Reifefraß.

Tabelle 19.

| Datum | Temperatur im Zuchtglas um Uhr | | | | | | | Tages-minimum | Witterungs-charakter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | |
| 28. VII. 27 | — | — | — | — | 25,5 | — | 21,2 | — | wolkig |
| 29. | 15,6 | 18,3 | 21,9 | 25.2 | 32,2 | 27,3 | — | 11,5 | bewölkt |
| 30. | 14,6 | 18,5 | 21,7 | 33,2 | 33,6 | 30,7 | 25,2 | 11,0 | heiter |
| 31. | 18,4 | 21.3 | 24,8 | 31,7 | — | 28,9 | 21,9 | 12,0 | bewölkt |
| 1. VIII. 29 | 17,2 | 22,7 | 25,2 | 29.7 | — | 26,0 | 23,2 | 14,0 | bewölkt—bedeckt |
| 2. | 20.7 | 22,0 | 22,0 | 21,0 | 22,4 | 23.5 | 22,9 | 17,3 | bedeckt — Regen |
| 3. | 14,0 | 17,9 | 21,8 | 24,6 | 31,8 | 27,6 | 22,0 | 12,5 | bewölkt |
| 4. | 13,0 | 17,5 | 22,0 | 26,3 | 34,2 | 28,2 | 24,7 | 11,5 | heiter |
| 5. | 16,1 | — | 22,7 | 33,2 | 34,5 | 28,5 | 24,5 | 12,0 | bewölkt—heiter |
| 6. | 19,0 | 23,0 | 26,2 | 34,2 | 34,5 | 30,7 | 26,9 | 16,1 | bewölkt |
| 7. | 20.6 | 23,2 | 24,2 | 23.2 | 24,6 | 27,2 | 25,6 | 17,2 | bedeckt—Regen |
| 8. | 19,2 | 21,6 | 24,0 | 34,8 | 35,0 | 33,2 | 28.8 | 16,8 | heiter |
| 9. | 20,0 | 22,0 | 24,1 | 29,9 | 33,4 | 24,2 | 21,0 | 18,2 | bewölkt |
| 10. | 18,0 | — | 21,9 | 27,2 | 21,2 | — | — | 13,2 | bewölkt—Regen |
| 11. | 16,1 | 19,0 | 22,0 | 24,0 | 30,2 | 25,6 | 21,0 | 13,0 | bedeckt—bewölkt |
| 12. | 13,6 | 16,3 | 18.2 | 23,0 | 22,3 | 20,5 | 18,7 | 12,5 | bedeckt |
| 13. | 16,3 | 18,6 | 21,3 | 24,2 | 22,3 | 21,0 | 19,3 | 12,5 | bedeckt |

weit über der auf Seite 374 angegebenen Auskriechtemperatur von ungefähr 15° C lagen. Dem durch häufige Kälteperioden unterbrochenen Schwärmen im Frühjahr steht ein kontinuierliches Auskriechen der Käfer im Sommer gegenüber. — Weiterhin bestätigt auch dieser Versuch das Vorhandensein einer schwachen, aber deutlich erkennbaren Protogynie.

Tabelle 20.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen Altkäfer | | Jungkäfer | | Summe der Jungkäfer | | Summe in Prozent | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ |
| 16. VII. 27 | 4 | 11 | — | — | — | — | — | — |
| 20. | 0 | 9 | — | — | — | — | — | — |
| 24. | 5 | 8 | — | — | — | — | — | — |
| 28. | 1 | 7 | 6 | 4 | 6 | 4 | 2,1 | 1,2 |
| 30. | | 4 | 11 | 20 | 17 | 24 | 6,1 | 7,2 |
| 1. VIII. 17 | — | 1 | 17 | 30 | 34 | 54 | 12,1 | 16,2 |
| 3. | — | — | 40 | 34 | 74 | 88 | 26,3 | 26,4 |
| 5. | — | — | 71 | 85 | 145 | 173 | 51,6 | 51,8 |
| 7. | — | — | 35 | 57 | 180 | 230 | 64,1 | 68,8 |
| 9. | — | — | 35 | 42 | 215 | 272 | 76,5 | 81,5 |
| 11. | — | — | 37 | 36 | 252 | 308 | 89,7 | 92,2 |
| 13. | — | — | 18 | 20 | 270 | 328 | 96,1 | 98,2 |
| 15. | — | — | 11 | 6 | 281 | 334 | 100,0 | 100,0 |

Tabelle 21.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen Altkäfer ♂♂ | ♀♀ | Jungkäfer ♂♂ | ♀♀ | Summe der Jungkäfer ♂♂ | ♀♀ | Summe in Prozent ♂♂ | ♀♀ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. VIII. 27 | 2 | 5 | 8 | 9 | 8 | 9 | 9,1 | 9,8 |
| 7. | — | — | 19 | 26 | 27 | 35 | 30,7 | 38,0 |
| 9. | — | — | 32 | 27 | 59 | 62 | 67,0 | 67,4 |
| 11. | — | — | 17 | 16 | 76 | 78 | 86,4 | 84,8 |
| 13. | — | — | 11 | 12 | 87 | 90 | 98,8 | 97,8 |
| 15. | — | — | 1 | 2 | 88 | 92 | 100,0 | 100,0 |

Versuch M bietet nichts Neues. Ein kleines Fichtenstück wurde am 28. Juli vor das Fenster zu Rolle L gesetzt. Tabelle 21 zeigt, daß auch hier die Zahl der Weibchen die der Männchen jeweils übertrifft.

### 3. Versuchsreihe.

Diese Reihe weist nur einen einzigen Versuch N auf, der am 19. Oktober 1926 begonnen wurde. Die Fichtenrolle, die aus der Oberförsterei Königsforst stammte, wurde wie bei Versuch A an einen Ort gesetzt, der eine durchschnittliche Wärme von 20° C aufwies. Tab. 22 zeigt das Ergebnis. Während bei den Versuchen der ersten Reihe eine protandrische, bei denen der zweiten Reihe eine protogyne Tendenz vor-

Tabelle 22.

| Datum | Anzahl der ausgekrochenen ♂♂ | ♀♀ | Summe der ausgekrochenen ♂♂ | ♀♀ | Summe in Prozent ♂♂ | ♀♀ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29. X. 26 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2,6 | 1,3 |
| 31. | 4 | 9 | 6 | 10 | 7,8 | 13,0 |
| 2. XI. 26 | 5 | 6 | 11 | 16 | 14,4 | 21,0 |
| 4. | 9 | 7 | 20 | 23 | 26,2 | 30,2 |
| 6. | 16 | 11 | 36 | 34 | 47,2 | 44,6 |
| 8. | 6 | 4 | 42 | 38 | 55,2 | 49,8 |
| 10. | 6 | 6 | 48 | 44 | 63,2 | 57,8 |
| 12. | 3 | 5 | 51 | 49 | 67,2 | 64,4 |
| 14. | 11 | 6 | 62 | 55 | 81,6 | 72,4 |
| 16. | 3 | 4 | 65 | 59 | 85,6 | 77,6 |
| 18. | 4 | 5 | 69 | 64 | 90,8 | 84,2 |
| 20. | 3 | 5 | 72 | 69 | 94,8 | 90,8 |
| 22. | 0 | 3 | 72 | 72 | 94,8 | 94,8 |
| 24. | 0 | 3 | 72 | 75 | 94,8 | 98,8 |
| 26. | 4 | 0 | 76 | 75 | 100,0 | 98,8 |
| 28. | 0 | 0 | 76 | 75 | 100,0 | 98,8 |
| 30. | 0 | 0 | 76 | 75 | 100,0 | 98,8 |
| 2. XII. 26 | 0 | 1 | 76 | 76 | 100,0 | 100,0 |

herrschte, läßt sich hier weder das eine noch das andere erkennen. Bald überwiegen die Männchen, bald die Weibchen; die Auskriechzeiten sind also praktisch die gleichen.

Auf Abbildung 13 sind die Ergebnisse der typischsten Versuche graphisch zur Darstellung gebracht. Es ergibt sich daraus die eigenartige Tatsache, daß nach den vorliegenden Versuchen *P. chalcographus* im Frühjahr (Januar, März April) deutliche Protandrie erkennen läßt, im Hochsommer (Juli, August) dagegen protogyn ist, während zu Beginn des Winters aus in Wärme versetzte Fichtenstücke Männchen und Weibchen gleichzeitig auskriechen. Zur Feststellung, welche physiologischen Ursachen dieser Erscheinung zugrunde liegen, genügt die Anzahl vorliegender Versuche nicht; dazu bedarf es weiterer, eingehender Untersuchungen.

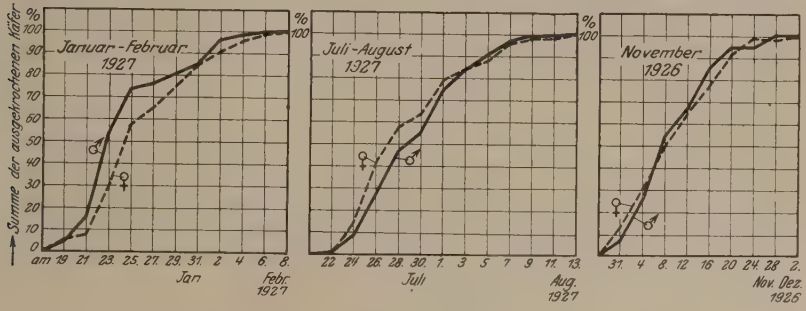



Abb. 13.

## c) Wahl des Brutbaumes.

Eichhoff sagt auf Seite 5 seiner „Europäischen Borkenkäfer“: „Bei Auswahl der Brutbäume verfährt der schwärmende Käfer meist sehr wählerisch, vorsichtig und nach bestimmten Regeln. Zunächst besteht bezüglich der Wahl, nicht nur der Holzart, sondern auch der einzelnen Teile derselben, eine gleichmäßig und meist für die Käferart bezeichnende Beharrlichkeit, von der nicht ohne zwingende Notwendigkeit abgewichen wird.“ Und ferner auf Seite 7: „So wählerisch die Borkenkäfer betreffs der Holzart und der Brutstelle sind, ebenso vorsichtig verfahren sie bei ihren Angriffen der ihnen passenden Holzarten betreffs deren besonderer Beschaffenheit. Ganz abgestorbene, völlig entsaftete Bäume werden ganz verschmäht, weil dieselben weder für den Käfer noch für die zukünftige Nachkommenschaft die nötige Nahrung, Baumsaft, enthalten, die Käfer also verhungern müßten. Fast ebenso standhaft werden aber auch gesunde, in voller Saftfülle befindliche Bäume, mindestens solange als die Not nicht drängt, gemieden, weil Käfer- und Larve meist infolge allzustarken Saftandranges ersäuft werden würden.“ Eichhoff

hat klar und deutlich die drei für die Brutbaumwahl in Betracht kommenden Faktoren unterschieden. Die erste Frage muß stets nach der Holzart lauten. Weiterhin bleibt zu erörtern, ob einzelne Teile des Baumes bevorzugt werden, und wie er bezüglich seines Saftgehaltes bezw. Austrocknungsgrades beschaffen sein muß. Die dritte Frage soll hier nicht behandelt werden, da die bisherigen Untersuchungen des Verf. zu einem einwandfreien Ergebnis noch nicht geführt haben; die Untersuchungen werden fortgeführt. Es bleiben also nur die Fragen, welche Holzart beflogen wird, und ob einzelne Teile des Brutbaumes bevorzugt werden.

### α) Wahl des Holzart.

Verfasser hat *P. chalcographus* bisher nur in der Fichte gefunden; doch liegen Berichte über einen Befall an anderen Holzarten im Schrifttum vor.

Ratzeburg (71) kennt 1837 nur den Befall an Fichte; doch hält er ein Anfliegen der Weißtanne für sehr wahrscheinlich. 1866 (72) berichtet er, das *chalcographus*, „welcher durch Sturm bis über die Fichtengrenze hinaus im Riesengebirge verschlagen wurde, noch an die ihm sonst nicht zusagende Krummholzkiefer" ging.

Im selben Jahre 1866 berichtet Meier (60) von einem Fraß des Kupferstechers in einer 15jährigen Weymouthskiefergruppe, von der infolge des Befalls jährlich einzelne Stämme eingingen. In einer ebenso alten, in der Nähe stehenden Schwarzkiefer zeigte er sich ebenfalls.

1878 fand Henschel (44) den Käfer in 10—15jährigen Lärchen.

Köppen (56) berichtet, daß „er (*chalcographus*) im Jahre 1860, in der Umgegend St. Petersburgs, verschiedenen in unseren Parkanlagen angepflanzten Nadelholzarten verderblich wurde, namentlich der *Abies sibirica, Pinus Cembra* und *Pinus Strobus*".

Nördlinger (61) hat *chalcographus* an Tanne, Föhre, Lärche, Weymouthskiefer und Arve gefunden.

Fuchs (37) „fand ihn in Fichte, Föhre, Lärche, Weymouthskiefer. Letztere fand ich in einer 12jährigen Kultur in den Karawanken stark von *Agaricus melleus* befallen, vom Rehbock gefegt und einmal von einer alten Rehgeiß nach Art des Hochwildes geschält. An diesen Weymouthskiefern siedelten sich am Wurzelknoten *Pissodes notatus* F., am Stamm *chalcographus* an und weiter oben *micrographus*. Bei diesen wohnte auch *pusillus*".

1906 berichtet Eggers (32) über eine Arbeit von Maceira, Schädlinge der Korkeiche. Danach sollen auch Eichenzweige mit Gängen gefunden worden sein, die von *chalcographus* und *destructor* angelegt waren. Doch hält es Eggers für fraglich, „ob es sich um die angegebenen Arten handelt, denn die beigegebenen Abbildungen der Käfer sind so undeutlich, daß aus ihnen nichts entnommen werden kann. Unter *chalcographus* möchte ich eher den *Taphrorhynchus villifrons* Duf. vermuten, der in Frankreich an Eiche lebt".

Durch Zusammenfassen der im Schrifttum verstreuten Nachrichten über gelegentliches Vorkommen der Borkenkäfer an anderen Holzarten als an ihren Hauptfraßbäumen versuchte zuerst Wachtl 1876 (87) ein Bild über die Nahrungspflanzen der Tomiciden zu geben. Dem damaligen Wissen entsprechend läßt er *chalcographus* nur an Fichte, Tanne und Bergkiefer fressen. In seinem 1895 erschienenen Werk über die „krummzähnigen europäischen Borkenkäfer" (88) gibt Wachtl eine erschöpfende Aufzählung der bis dahin beobachteten Fraßbäume des Kupferstechers. 1907 veröffentlichte Trédl (84) eine Zusammenstellung der Nahrungspflanzen der Borkenkäfer. Hinsichtlich des Kupferstechers weist sein Verzeichnis keine Vergrößerung gegenüber dem von Wachtl auf. Nur im Nachtrag führt er als neuerdings beobachtete Fraßbäume *Picea omorica* und *Pinus leucodermis* an. Die 1908 erschienene Arbeit von Kleine (48) gibt Käfer und Fraßbäume nur nach Gattungen, nicht nach Arten an.

Zusammenfassend ergibt sich für *P. chalcographus*:

Hauptfraßbaum Picea excelsa.

Gelegentlich aufgesuchte Bäume:

| | |
|---|---|
| *Pinus silvestris* | (Nördlinger, Wachtl, Fuchs) |
| *Pinus montana* | (Ratzeburg, Wachtl) |
| *Pinus nigricans* | (Meier, Wachtl) |
| *Pinus Strobus* | (Meier, Köppen, Nördlinger, Wachtl, Fuchs) |
| *Pinus Cembra* | (Köppen, Nördlinger) |
| *Pinus leucodermis* | (nach Trédl) |
| *Larix europaea* | (Henschel, Nördlinger, Fuchs) |
| *Abies pectinata* | (Nördlinger, Wachtl) |
| *Abies sibirica* | (Köppen) |
| *Picea omorica* | (nach Trédl). |

### β) Art des Befalls.

Ein Fraß von *chalcographus* in einer Kultur ist nur ein einziges Mal bekannt geworden. Henschel (44) berichtet von einem Fall, wo eine 8—12jährige Fichtenkultur, die durch *Aecidium abietinum* geschwächt war, von *P. chalcographus* befallen wurde. Häufiger findet man in der Literatur die Angabe, daß er in Stangenhölzern gefunden wurde, in denen er am ganzen Stamm ohne Bevorzugung einzelner Teile fraß. Nur selten aber geschieht es, daß *P. chalcographus* stärkere Fichten von der Spitze bis zum Wurzelanlauf befällt. Verf. kennt nur drei solcher Fälle: Ratzeburg (71, S. 192) sah derartig befallene Stämme am Einersberge; weiterhin berichtet Escherich in seinen „Forstinsekten" von einem „60- bis 80jährigen Bestand im Bienwald (Rheinpfalz), der längere Jahre unter *Nematus*-Fraß zu leiden hatte, schwer geschädigt und zum größeren Teile vernichtet war. Die Bäume waren von oben bis unten dicht mit *chalcographus*-Fraßbildern besetzt". Schließlich sah, nach mündlicher Mitteilung,

Herr Förster Braatz kurz nach dem Kriege im Heiligenstädter Stadtforst Stangen- und Altholz ausschließlich von *chalcographus* befallen.

In weitaus den meisten Fällen kommt der Kupferstecher an stärkeren Stämmen nicht allein, sondern in Gesellschaft mit dem größeren *Ips typographus* vor. Man findet dann *typographus* am unteren Teil des Stammes, während *chalcographus* in den Wipfelpartien frißt. Es erhebt sich nun die Frage, ob in dieser Aufteilung des Stammes zwischen den beiden Käfern irgend eine Gesetzmäßigkeit besteht. Gibt es irgendwelche, bestimmte Grenzen, innerhalb deren der Befall am Fichtenstamm erfolgt? Vielleicht gibt das forstentomologische Schrifttum darüber Auskunft.[1])

Ratzeburg schreibt 1839 über *typographus*: „Am liebsten fliegen sie die Bäume in ansehnlicher Höhe an, gewöhnlich da, wo die untere Beästung anfängt oder auch am Gipfel", und über *chalcographus*: „Er ist ein treuer Begleiter des *typographus*, teils mit ihm unter einer Rinde wohnend und zwischen seine Gänge sich ausbreitend, teils, und noch häufiger, nur die Spitze großer Bäume und ihre Äste suchend, oder endlich auch starke Fichten von oben bis unten allein bewohnend". Also: Befall von *typographus* in ziemlicher Höhe, dicht unter der Krone; *chalcographus* bewohnt am liebsten die Spitze, findet sich aber auch am übrigen Stamm, manchmal sogar ohne den Buchdrucker.

Enger beschränken Eichhoff und Altum das Gebiet der beiden Käfer: „Mit *typographus* bewohnt er (*chalcographus*) häufig dieselben Bäume. Während jedoch jener mehr die tiefer gelegenen, dickborkigen Stammteile bewohnt, haust *chalcographus* hauptsächlich in den höheren Stammpartien und Ästen" (Eichhoff). „An alten Bäumen hält *chalcographus* die obere Region der Spiegelrinde sowohl am Stamm als an den stärkeren Ästen inne. Die untere Region des *typographus* und die obere des *chalcographus* zeigen meist eine scharfe Grenze. Verhältnismäßig selten finden sich hier beide Arten gemischt" (Altum). Also: *typographus* in der Region der dickborgigen, *chalcographus* in der Region der Spiegelrinde; die Grenze zwischen beiden meist scharf ausgeprägt.

Ritzema Bos (76) gibt dieselbe Definition; er hält jedoch nicht an der scharfen Grenze fest, sondern meint: „Doch findet man auch wohl die Gänge beider Arten nebeneinander." Er nähert sich also der Ratzeburgschen Ansicht.

Judeich-Nitsche bringen nichts neues, außer daß *typographus* auch an Fichtenästen gefunden wurde.

Barbey (27) läßt *chalcographus* häufiger unter dünner als unter dicker Rinde fressen.

---

[1]) Es muß im folgenden auch anf den Befall von *typographus* etwas näher eingegangen werden, da bei dem engen Zusammenleben beider Käfer eine Nichtberücksichtigung des Buchdruckers und einseitige Beschreibung des Befalls von *chalcographus* unmöglich ist.

Genaues über den Befall von *typographus* bringt Nüßlin 1905 (63). Die große Borkenkäferkalamität in Herrenwies und Pfullendorf wurde fast ausschließlich von *Ips typographus* hervorgerufen; *chalcographus* war sehr selten. Daher konnte Nüßlin keine Beobachtung über das Zusammenleben der beiden uns hier interessierenden Käfer machen, sondern nur über den Befall des Buchdruckers allein. Am 6. August fand er an Windfallfichten Einbohrungen in $^2/_3$ der Stammhöhe. „Am 4. August gefällte Stämme, die in Brusthöhe schon junge Muttergänge gezeigt hatten, ließen im obereren Teil des Stammes nahezu halbwüchsige Larven erkennen, ein Stadium, das zu seiner Entwicklung etwa 20 Tage gebraucht hat. — Der Anflug hat eben im oberen Teil des Stammes begonnen und war innerhalb nahezu zweier Wochen allmählich herabgerückt." „Am 28. August gefällte Stämme enthielten unten noch Puppen, darüber Jungkäfer, nach oben hatte schon mehr oder weniger ausgedehnter Ausflug stattgefunden." „Es wurde normal in Pfullendorf die dominierende Fichte in $^4/_5$ oder $^5/_6$ ihrer Stammhöhe, und zwar von oben nach unten fortschreitend, von *typographus* angeflogen. (Wie schon erwähnt, fehlten die Liebhaber der Krone, vor allem *chalcographus* und *amitinus*, nahezu vollständig.) Das oberste Gipfelstück blieb zunächst verschont. Es wurde meist erst dann von *typographus*, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von unten nach oben fortschreitend, befallen, wenn die oberen Baumteile schon unter dem Einfluß des Hauptbesatzes saftstockend geworden waren." 1906 sagt Nüßlin (61): „Der Anflug von *typographus* begann oben am Kronenansatz und rückte allmählich nach unten weiter, und zwar am Einzelstamm mit einer zeitlichen Differenz von etwa 12—14 Tagen." Nüßlin versucht es erstmalig, den Angriffspunkt am Stamm zahlenmäßig zu erfassen: Befall des Buchdruckers in einmal $^2/_3$, ein anderes Mal $^4/_5$ und $^5/_6$ der Stammhöhe; Fortschreiten des Befalls nach unten, erst später nach oben.

Fuchs (38): „Bei *typographus* geschieht der Anflug zuerst etwas unter der Krone und schreitet von da nach oben und unten fort."

Kolmodin (55) fand, daß der Fichtenborkenkäfer den Baum in sehr verschiedener Höhe angreift, bisweilen nahe der Basis, bisweilen hoch in der Krone. Eine Regelmäßigkeit war nicht festzustellen, und Kolmodin ist der Meinung, daß es auf klimatischen Verhältnissen beruht, ob die Käfer höher oder niedriger angreifen, da sie bei warmem Wetter höher fliegen als bei kühlem.

Schließlich findet sich noch bei Seitner (80) die Bemerkung, daß der Befall von *typographus* in der Mitte des Stammes am dichtesten zu sein pflegt.

Im weiteren Schrifttum ist nichts Wesentliches weiter über die Art des Befalls zu finden. In der neueren Forstschutzliteratur (Wimmer 1924, Beck-Hausrath 1925, Heß-Beck 1927) werden dem Kupferstecher stets die dünnrindigen Stammteile zugewiesen. Fassen wir die

oben angestellten Literaturangaben zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: *Ips topyraphus* bevorzugt die dickborkigen Stammteile. Über die Stelle seines ersten Anflugs herrschen zwei Meinungen: der Befall geschieht dicht unterhalb der Krone und rückt von dort nach unten und und oben (Nüßlin), bezw. nach oben und unten (Fuchs) weiter; dagegen ist Kolmodin der Ansicht, der Befall erfolge regellos. *P. chalcographus* fliegt die Spitze des Baumes, die Region der Spiegelrinde an. Die Grenze zwischen beiden ist scharf ausgeprägt (Eichhoff, Altum), oder aber verwischt.

Die beste Begrenzung scheint diejenige zu sein, die *chalcographus* die Stammteile mit Spiegelrinde, *typographus* die unteren Stammteile mit der dicken Borke zuweist. Spiegelrinde zeigt eine glatte, gleichsam spiegelnde Oberfläche, während borkige Rinde rissig oder schuppig abblätternd ist. Die Fichte hat Schuppenborke. Es fragt sich nun, wo am Stamm Spiegelrinde und wo Borke zu finden ist. Bei nahezu allen Fichten ist der Wurzelansatz verborkt. Die Höhe, bis zu welcher die borkige Rinde hinaufreicht, kann sehr verschieden sein. Sie hängt nicht ab von Höhe und Dicke des Baumes. Einige Messungen an wahllos herausgegriffenen Bäumen des Distrikts 20 der Oberförsterei Gahrenberg ergaben die Werte der Tabelle 23. Die Fichten waren gesund, doch läßt sich ohne weiteres annehmen, daß sie von Borkenkäfern befallen werden können; bei für den Befall günstigen Bedingungen kann jeder Baum von Käfern angeflogen werden. Bei manchen Bäumen reicht die Borke nicht hoch über den Erdboden, bei andern bedeckt sie beinahe den ganzen Stamm. Irgend eine Regelmäßigkeit ist nicht aufzufinden. Hiernach steht die Anschauung von Eichhof, Altum u. a, daß *typographus* die dickborkigen Stammteile bewohnt, in unvereinbarem Gegensatz zu den Beobachtungen von Ratzeburg, Nüßlin und Fuchs, die den Buchdrucker dicht unterhalb der Krone anfliegen lassen. Meist ist dicht unterhalb der Krone keine Borke mehr. Wir werden zu prüfen haben, welche Anschauung die richtige ist.

Tabelle 23.

| Brusthöhendurchmesser in cm | Höhe der Verborkung in m |
|---|---|
| 30 | 2,8 |
| 35 | 12,6 |
| 28 | 1,9 |
| 44 | 0,8 |
| 39 | 10,5 |
| 38 | 11,2 |
| 50 | 1,2 |

Barbey gibt an, daß *typographus* unter der dicken, *chalcographus* unter der dünnen Rinde frißt, und auch Escherich ist der Ansicht, daß *chalcographus* die dünne Rinde bevorzugt. Die Fichtenrinde ist an

sich dünn, und es ist fraglich, ob solche Unterschiede bezüglich der Rindendicke in den verschiedenen Regionen des Stammes bestehen, daß man von „dünner" und „dicker" Rinde sprechen kann. In Tabelle 24 sind Durchmesser und Rindendicke eines vom Verf. in der Oberförsterei Kattenbühl aufgenommenen Stammes in Abständen von je 2 m dargestellt. Offenbar sind die Dickenunterschiede in der Rinde äußerst gering. Es dürfte unmöglich sein, irgendwo am Stamm die Grenze zwischen dicker und dünner Rinde zu ziehen. Anders ist es bei der Kiefer, an der Trägardh (83) schöne Zusammenhänge zwischen Rindendicke und Zahl der Muttergänge und Fluglöcher von *Hylesinus piniperda* auffinden konnte. Bei der Fichte ist eine Anwendung der Rindendicke als Kriterium für die Befallsgrenze nicht möglich.

Tabelle 24.

| Höhe der Meßstelle in m | Durchmesser des Stamms in cm | Dicke der Rinde in mm |
|---|---|---|
| 2 | 24,5 | 5,2 |
| 4 | 22,6 | 5,3 |
| 6 | 21,9 | 5,5 |
| 8 | 21,3 | 6,2 |
| 10 | 20,3 | 5,7 |
| 12 | 19,1 | 5,3 |
| 14 | 18,2 | 5,8 |
| 16 | 16,0 | 4,5 |
| 18 | 13,7 | 4,5 |
| 20 | 11,8 | 4,7 |
| 22 | 8,9 | 4,5 |
| 24 | 5,4 | 3,8 |

Es ließe sich schließlich prüfen, ob sich der Befall nach einer bestimmten Stammdurchmesserzahl richtet.

Zu diesem Zweck wurden zu Anfang des Jahres 1926 in vier Distrikten der Oberförsterei Gahrenberg insgesamt 50 gefällte und entrindete, von Borkenkäfern befallene Stämme untersucht. Gemessen wurden Länge und Mittendurchmesser des Stammes, der Durchmesser der oberen und unteren Grenze des *chalcographus*- und *typographus*-Befalles, sowie der Bodenabstand des *typographus*-Gebietes und die Entfernung der oberen Grenze des *typographus*-Befalls von der unteren Grenze des *chalcographus*-Befalls. Vereinzelte Fraßfiguren, die ohne Zusammenhang mit anderen in ziemlicher Entfernung von dem geschlossenen Befallsgebiet standen, wurden nicht berücksichtigt. Als Grenze wurde diejenige Stelle angesehen, an welcher der Beginn des Befallsgebietes sich durch mehrere beieinanderliegende Fraßfiguren darstellte. Da die Zöpfe abgeschnitten und zum größten Teil entfernt waren, ließ sich nur selten die obere Grenze des *chalcographus*-Gebietes feststellen. Aus demselben Grunde

war nicht immer die obere Grenze des *typographus*-Befalls sichtbar. So ist die Tabelle 25, die das Ergebnis dieser Messungen darstellt, zum Teil lückenkaft.

Im Frühjahr 1927 sollten in denselben Distrikten weitere Messungen an neu befallenen Stämmen vorgenommen werden. Leider standen Verf. nur 6 befallene, im Winter 1926/27 gefällte Fichten zur Verfügung. Den 50 Messungen des Vorjahres konnten also nur 6 neue Untersuchungen angefügt werden, deren Ergebnisse ebenfalls in Tabelle 25 dargestellt sind.

Abgesehen von der geringen Anzahl läßt sich gegen die Messungen der Einwand erheben, daß sie keine Allgemeingültigkeit besitzen, da sie nur an einer eng begrenzten Stelle aufgenommen sind. Um diesem Übelstande abzuhelfen, sandte ich während des Winters 1926/27, den ich in Köln verbrachte, an 16 Oberförstereien des Rheinlands Fragebogen, um Aufschluß darüber zu erhalten, in welchen Revieren ich meine Messungen fortsetzen konnte. Sämtliche Revierverwalter, an die ich mich gewandt hatte, besaßen die große Liebenswürdigkeit, mir in eingehender Weise zu antworten. Leider stellte es sich heraus, daß keine der Oberförstereien unter Borkenkäferfraß zu leiden hatte. So war der Versuch, die Messungen auf eine breitere Grundlage zu stellen, mißlungen. Vorläufig sind also die im folgenden dargestellten Ergebnisse nicht zu verallgemeinern.

Die untere Grenze des *typographus*-Befalls ließ sich mit wenigen Ausnahmen, bei denen das untere Stammende abgeschnitten war, überall feststellen. Der Durchmesser wurde im allgemeinen nicht gemessen, sondern der Bodenabstand des Fraßgebietes; nur in dem Falle, daß der Bodenabstand sehr groß war, wurde die Grenze in der Durchmesserzahl ausgedrückt. Man erkennt, daß die Zahlen die größte Verschiedenheit besitzen; der Bodenabstand steigt von 0 auf 850 cm. Dazwischen sind alle möglichen Übergänge.

Ähnliches zeigt die obere Grenze. In vielen Fällen gar nicht meßbar, da sie in dem abgeschnittenen Zopfe liegt, schrumpft sie in der Tabelle auf 5,5 cm Durchmesser zusammen. Dies bedeutet, daß *typographus* an keine Grenze gebunden ist; sein Fraßgebiet reicht vom Fuß des Stammes bis in seine Spitze. Je nach der Stärke des Befalls ist der Schaft in seiner Gesamtlänge mit Fraßfiguren bedeckt, oder er zeigt nur in seiner Mitte weniger dicht aneinanderliegende Fraßbilder. Letztere Fälle eignen sich zur Feststellung der ersten Anflugstelle. Da der Käfer nach Fuchs den Baum in ziemlicher Höhe befällt und sich von hier aus nach oben und unten ausbreitet, kann man bei schwach befallenen Stämmen den Beginn des Fraßes ungefähr in der Mitte zwischen oberer und unterer Grenze annehmen. Je näher diese aneinander liegen, desto genauer ist das Resultat. Nüßlin beobachtete, daß der Käfer sich nach unten, und erst viel später nach oben ausbreitete; in diesem Fall würde die obere Anflugstelle nicht in der Mitte zwischen oberer und unterer Grenze liegen, sondern nach ersterer hingerückt sein. Auch hier

Tabelle 25.

| Datum der Messungen | Distrikt | Höhe über NN | Alter des Bestandes | Nr. | Länge in m | Mittendurchmesser in cm | Ips typographus | | P. chalcographus | | Bodenabstand von typographus in cm | Entfernung zwischen typographus und chalcographus in cm | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Durchmesser der unteren Grenze in cm | Durchmesser der oberen Grenze in cm | Durchmesser der unteren Grenze in cm | Durchmesser der oberen Grenze in cm | | | |
| 19. II. 26 | 27 | ca. 300 m | ca. 40j. | 1 | 20 | 20 | 30,5 | 19,0 | | | 40 | | chalc. fehlt. |
| | | | | 2 | 10 | 13 | 17,0 | 9,5 | 12,0 | | 0 | — 125 | |
| | | | | 3 | 20 | 19 | 28,5 | 7,5 | 14,5 | 2,0 | 0 | — 280 | |
| | | | | 4 | 19 | 24 | | | 14,5 | | 150 | · | |
| | | | | 5 | 14 | 15 | | | 12,0 | | 30 | — 95 | |
| | | | | 6 | 17 | 20 | 18,5 | | 13,0 | 3,0 | 850 | | |
| | | | | 7 | 10 | 17 | 22,5 | | | 3,0 | | | |
| | | | | 8 | 11,5 | 11 | | 8,5 | 8,5 | | 0 | 0 | |
| | | | | 9 | 10,5 | 11 | | 9,0 | 9,0 | | 0 | 0 | |
| | | | | 10 | 10 | 12 | | 9,0 | 9,5 | | 0 | — 40 | |
| 22. IV. 26 | 40 | ca. 300 m | 73j. | 11 | 9 | 14 | 17,5 | 12,5 | | | 120 | | chalc. fehlt. |
| | | | | 12 | 13 | 17 | | 5,5 | 9,0 | 1,5 | 55 | | |
| | | | | 13 | 16 | 18 | | | 14,5 | | 90 | | |
| | | | | 14 | 16 | 16 | | 9,5 | 10,0 | 2,0 | 35 | — 30 | |
| | | | | 15 | 14 | 18 | | 6,5 | 8,5 | | 50 | | |
| 23. IV. 26 | | | | 16 | 15 | 14 | | 8,5 | 11,0 | 2,0 | 35 | — 200 | |
| | | | | 17 | 14 | 15 | | 10,5 | 10,5 | | 50 | 0 | |
| | | | | 18 | 16 | 16 | | | 11,5 | | 45 | | |
| | | | | 19 | 18 | 20 | | 13,0 | 16,0 | | 60 | — 250 | |
| | | | | 20 | 18 | 19 | | | 12,5 | | 110 | | |
| | | | | 21 | 20 | 23 | | | 16,0 | | 100 | | |
| | | | | 22 | 19 | 17 | | | 10,5 | | 70 | | |
| | | | | 23 | 21 | 27 | 31,0 | 12,5 | | | 580 | | chalc. fehlt, |
| | | | | 24 | 16 | 14 | | 11,0 | 12,5 | 2,0 | 60 | — 200 | wenig typ., |
| 24. IV. 26 | 20 | ca. 260 m | 92j. | 25 | 25 | 25 | | | 15,5 | | 110 | | frisch lineat. |
| | | | | 26 | 23 | 22 | | | 12,5 | | | | |
| | | | | 27 | 23 | 27 | 32,5 | 23,0 | | | 360 | | |
| | | | | 28 | 21 | 32 | | 20,5 | | | 70 | | |
| | | | | 29 | 22 | 22 | | 7,5 | 10,5 | | 75 | | |
| | | | | 30 | 24 | 22 | | | 12,5 | | 130 | | |
| | | | | 31 | 23 | 24 | 21,5 | 16,5 | 15,0 | | | + 130 | bis 8,2 m |
| | | | | 32 | 23 | 24 | | | | 2,0 | 100 | | autogr. |
| | | | | 33 | 23 | 25 | | | 17,0 | | 160 | | |
| | | | | 34 | 19 | 18 | | | 10,5 | | 70 | | |
| | | | | 35 | 20 | 19 | | 17,0 | 12,5 | | 120 | + 520 | von 16,5—12,5 cm |
| 26. IV. 26 | 44 | ca. 200 m | ca. 70j. | 36 | 18 | 17 | | | 10,5 | | 100 | | Durchm. polygr. |
| | | | | 37 | 25 | 23 | 25,5 | | 21,0 | | 830 | | bis 25,5 cm |
| | | | | 38 | 20 | 21 | | | 15,0 | | | | Durchm. |
| | | | | 39 | 21 | 25 | | | 16,5 | | 80 | | autogr. |
| | | | | 40 | 14 | 18 | | 12,5 | | | | | chalc. fehlt. |
| | | | | 41 | 22 | 25 | | 20,5 | | | 120 | | ,, ,, |
| | | | | 42 | 18 | 17 | | 13,0 | | | 130 | | ,, ,, |
| | | | | 43 | 18 | 21 | | 13,0 | 21,0 | | 0 | — 690 | |
| | | | | 44 | 18 | 19 | | | 18,0 | | 0 | | |
| | | | | 45 | 22 | 24 | | | 10,5 | | 0 | | |
| | | | | 46 | 20 | 26 | | | 22,0 | | | | |
| | | | | 47 | 21 | 19 | | | 14,5 | | 80 | | |
| | | | | 48 | 20 | 23 | | | 17,0 | | | | |
| | | | | 49 | 16 | 17 | 16,0 | | 12,5 | | | | |
| | | | | 50 | 14 | 15 | 18,0 | | 12,5 | | | | bis 18,0 cm |
| 18 V. 27 | 20 | ca. 260 m | 93j. | 51 | 23 | 25 | | | 16,5 | | | | Durchm. |
| | | | | 52 | 21 | 22 | | | 17,0 | | | | autogr. |
| | | | | 53 | 23 | 22 | | | 14,0 | | | | |
| | | | | 54 | 24 | 31 | | | 16,5 | | | | |
| | | | | 55 | 25 | 30 | | | 20,0 | | | | |
| | | | | 56 | 21 | 22 | | | 18,5 | | | | |

ist das Ergebnis umso genauer, je kleiner das Befallsgebiet ist. Leider lagen nur 7 solcher, in geringerem Maße befallener Bäume vor; somit können die errechneten Zahlen keinen Anspruch auf unbedingte Richtigkeit machen. Um ein besseres Bild zu erhalten, müßte weit mehr Material beschaft werden.

Tabelle 26.

| Nr. der Tabelle 25 | Grenze des typographus-Befalls in cm d. Durchmessers: Untere | Obere | Arithm. Mittel der unteren und oberen Grenze | Mittendurchmesser des Stammes in cm |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 17,0 | 9,5 | 13,25 | 13 |
| 11 | 17,5 | 12,5 | 15,0 | 14 |
| 3 | 28,5 | 17,5 | 18,0 | 19 |
| 1 | 30,5 | 19,0 | 24,75 | 20 |
| 31 | 21,5 | 16,5 | 19,0 | 24 |
| 23 | 31,0 | 12.5 | 21,75 | 27 |
| 27 | 32,5 | 23,0 | 27,75 | 27 |

In Tabelle 26 sind die Zahlen der 7 weniger befallene Bäumen zusammengestellt, und zwar die Durchmesser der oberen und unteren Befallsgrenze, ihr arithmetisches Mittel und der Mittendurchmesser des Stammes. Letztere sind in aufsteigender Reihe geordnet. Sie sind mit den zugehörigen arithmetischen Mitteln der unteren und oberen Grenze in Abb. 14 graphisch dargestellt. Wir erkennen, daß ein Größerwerden des Mittendurchmessers des Stammes ein Wachsen des Durchmessers in der Mitte des Befallsgebieties zur Folge hat. Weiter ist ersichtlich, daß im Durchschnitt der Stammittendurchmesser mit dem arithmetischen Mittel der unteren und oberen Grenze zusammenfällt. Wenn der Befall derart vor sich geht, wie Fuchs es darstellt, wenn also vom ersten Angriffspunkt ein gleichmäßiges Vorrücken nach oben und unten erfolgt, so wird durch die wenigen Zahlen die Beobachtung von Ratzeburg, daß der Käfer in ziemlicher Höhe anfliegt, sowie die genaueren Bezeichnungen von Fuchs, Wimmer (90) und Heß-Beck (46) bestätigt, daß der Fraß in der Mitte des Schaftes beginnt. Geht man von den Beobachtungen Nüßlins aus, der den Fraß nach unten und erst weit später nach oben sich erweitern läßt, so ist aus obiger Darstellung zu folgern, daß der erste Käfer oberhalb der Stammitte anfliegt. Auf diese Weise würde also die Feststellung Nüßlins bestätigt, daß der erste Befall in $^2/_3$, $^4/_5$ oder $^5/_6$ der Stammhöhe erfolgt.

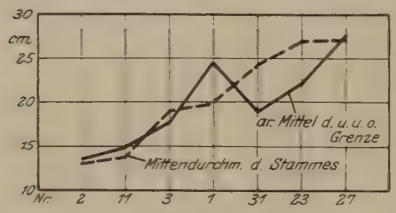


Abb. 14.

Welche der beiden Voraussetzungen, die von Fuchs oder die von Nüßlin, die richtige ist, vermag ich nicht zu entscheiden, da mir nie die Gelegenheit geboten wurde, den Anflug von *typoyraphus* in größerer Menge im Freien zu beobachten. Die Angaben Nüßlins haben den Vorzug, auf zahlreiche Beobachtungen während einer Borkenkäferkalamität gestützt zu sein; doch brachte vielleicht das nahezu vollständige Fehlen von *chalcographus* eine Änderung in den Anflugsverhältnissen mit sich, so daß sich der Befall anders als gewöhnlich gestaltete. Eine Prüfung dieser Frage läßt sich am leichtesten bei einer Massenvermehrung des Käfers vornehmen.

Am umfangreichsten ist das Zahlenmaterial über die untere Grenze des *chalcographus*-Befalls. Von 56 Stämmen konnte sie an 46 ermittelt werden. Bei 6 Stämmen fehlte *chalcographus*, und beim Rest verhinderten irgendwelche sonstigen Umstände ihre Erkennung. In Tabelle 27 sind die Grenzzahlen in aufsteigender Reihenfolge, die Mittendurchmesser und

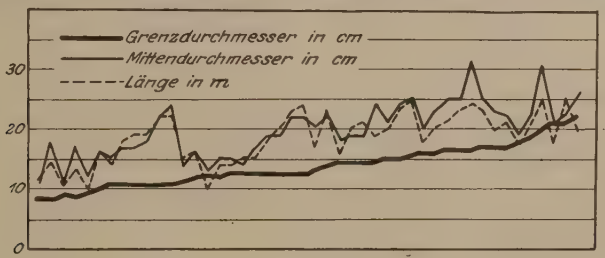



Abb. 15.

Längen der entsprechenden Stämme zusammengestellt. Die Zahlen bewegen sich in viel engeren Grenzen als die von *typographus*. Das Minimum beträgt 8,5, das Maximum 22,0 cm.

Es wäre denkbar, daß die Werte innerhalb des Spielraumes von 8,5—22,0 cm bedingt werden von äußeren Umständen. Es kämen in Betracht die Beschaffenheit der Rinde sowie Höhe und Mittendurchmesser des befallenen Baumes: Daß die Rinde, sowohl bezüglich ihrer Verborkung als auch ihrer Dicke, keine Rolle spielen kann, wurde oben auf S. 388 u. 389 nachgewiesen. Es blieben also Höhe und Mittendurchmesser des Stammes übrig. Der Gedanke ist nicht von der Hand zu weisen, daß *chalcographus* schwächere Hölzer in anderer Weise anfliegt als stärkere. Aus Tabelle 27 ist wenig zu ersehen, da sie wegen ihrer Länge zu unübersichtlich ist. Daher wurde sie in graphische Darstellung übertragen. Abb. 15. Wir sehen langsam ansteigend die Kurve der Grenzzahlen. Die Kurve der Mittendurchmesser und die der Länge begleiten die Grenzwertkurve bei niedrigen Zahlen beginnend zu höheren Werten. Obwohl sie fortwährend bald nach unten, bald nach oben ausbiegen, ist ihre Tendenz deutlich von links nach rechts steigend. Die Unregelmäßigkeit der Mitten-

Tabelle 27.

| Durchmesser der unteren Grenze in cm | Mittendurchmesser des Stammes in cm | Länge des Stammes in m | Durchmesser der unteren Grenze in cm | Mittendurchmesser des Stammes in cm | Länge des Stammes in m |
|---|---|---|---|---|---|
| 8,5 | 11 | 11,5 | 13,0 | 20 | 17 |
| 8,5 | 18 | 14 | 14,0 | 22 | 23 |
| 9,0 | 11 | 10,5 | 14,5 | 18 | 16 |
| 9,0 | 17 | 13 | 14,5 | 19 | 20 |
| 9,5 | 12 | 10 | 14,5 | 19 | 21 |
| 10,0 | 16 | 16 | 14,5 | 24 | 19 |
| 10,5 | 15 | 14 | 15,0 | 21 | 20 |
| 10,5 | 17 | 18 | 15,0 | 24 | 23 |
| 10,5 | 17 | 19 | 15,5 | 25 | 25 |
| 10,5 | 18 | 19 | 16,0 | 20 | 18 |
| 10,5 | 22 | 22 | 16,0 | 23 | 20 |
| 10,5 | 24 | 22 | 16,5 | 25 | 21 |
| 11,0 | 14 | 15 | 16,5 | 25 | 23 |
| 11,5 | 16 | 16 | 16,5 | 31 | 24 |
| 12,0 | 13 | 10 | 17,0 | 25 | 23 |
| 12,0 | 15 | 14 | 17,0 | 23 | 20 |
| 12,5 | 15 | 14 | 17,0 | 22 | 21 |
| 12,5 | 14 | 16 | 18,0 | 19 | 18 |
| 12,5 | 17 | 16 | 18,5 | 22 | 21 |
| 12,5 | 19 | 18 | 20,0 | 30 | 25 |
| 12,5 | 19 | 20 | 21,0 | 21 | 18 |
| 12,5 | 22 | 23 | 21,0 | 23 | 25 |
| 12,5 | 22 | 24 | 22,0 | 26 | 20 |

durchmesserkurve sowie der Höhenkurve mag teilweise ihren Grund darin haben, daß nicht die ganzen Bäume gemessen wurden, sondern nur die auf dem Boden liegenden, aufgearbeiteten Stämme. Die Zöpfe waren abgeschnitten und zum Teil nicht mehr vorhanden. Es wurde also niemals die wahre Länge des Baumes, und der ihr entsprechende Mittendurchmesser gemessen, sondern nur die des aufgearbeiteten Stammes. Wenn ein relativ stets gleichlanger Zopf abgeschnitten wäre, würde dieser Umstand ohne Bedeutung sein. Da dies nicht der Fall ist, gelangt man, wenn man die Zahlen in Beziehung zueinander setzt, zu unrichtigen, nur angenäherten Werten.

Trotz dieser Verwirrung der wahren Verhältnisse bleibt die Tendenz sichtbar: mit dem Steigen der Länge und des Mittendurchmessers erfolgt ein Größerwerden des Durchmessers der unteren Befallgrenze von *P. chalcographus*. Es besteht eine positive Korrelation zwischen dem Durchmesser der unteren Befallsgrenze einerseits und der Länge und dem Mittendurchmesser des befallenen Stammes andererseits.

| X. Mittendurchmesser des befallenen Stammes in cm: | Y. Untere Befallsgrenze in cm: 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | Summe | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | 3 | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | 4 | | | | | | 8 | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | | | 14 | X-Reihe |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | | 14 | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1 | 3 | | | 1 | 5 | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 1 | | 1 | | 2 | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| Summe: | 5 | | 9 | 10 | 8 | 8 | 2 | 3 | 1 | 46 | |

Y-Reihe

Um die Größe dieser offenbar bestehenden Korrelationen zahlenmäßig zu erfassen, wurde eine Korrelationstabelle aufgestellt[1]). Als supponierte oder X-Eigenschaft wurde der Stammittendurchmesser genommen, da seine Genauigkeit durch das Abschneiden des Zopfes nicht derart gelitten hat, wie die der Höhe; angenommen, der obere Teil des Stammes sei um 4 m verkürzt worden, so ist die Stammlänge um 4 m zu niedrig gemessen, der wahre Mittendurchmesser aber hätte nur 2 m oberhalb des gemessenen Mittendurchmessers gelegen. Die Tabelle enthält die supponierte Eigenschaft in der linken, vertikalen Reihe in Klassen von 4 cm. Die relative oder Y-Eigenschaft, d. h. der Durchmesser der unteren Befallsgrenze, ist in der oberen, wagerechten Reihe in Klassen von 2 cm aufgezeichnet. Das mittlere Rechteck enthält die Anzahl der Varianten, die den einzelnen X- und Y-Eigenschaften entsprechen. Die Summe dieser Varianten ergibt rechts die Variationsreihe der Mittendurchmesser, unter die Variationsreihe der Grenzdurchmesser.

An der Hand dieser Tabelle wurde als Maß der Korrelation der Korrelationskoeffizient r nach der Bravaisschen Formel berechnet.

$$r = \frac{\Sigma p \alpha_x \alpha_y}{n \cdot \varrho_x \varrho_y}$$

Der Zähler errechnet sich aus der Gleichung:

$$\Sigma p \alpha_x \alpha_y = \Sigma p a_x a_y - n b_x b_y.$$

[1]) Die folgenden Berechnungen sind nach Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Jena 1913, ausgeführt.

Es bedeuten p die Anzahl der Varianten einer Klasse, a die Abweichung der Varianten von der Klasse A, die wahrscheinlich den Mittelwert M enthält, n die Gesamtzahl der Varianten. Ferner ist

$$b = \frac{\Sigma pa}{n}$$

$$\varrho = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n} - b^2}$$

Nach Einsetzen der entsprechenden Werte in die Formeln ergab sich:

$$r = + 0{,}704.$$

Der Korrelationskoeffizient r schwankt zwischen 0 und $\pm 1$: hat er den Wert 0, so liegt keine, hat er den Wert $\pm 1$, so liegt vollkommene Korrelation vor. In Anbetracht der geringen Anzahl von Messungen erscheint der Korrelationskoeffizient $r = - 0{,}704$ erstaunlich hoch. Die Korrelation zwischen dem Mittendurchmesser des Stammes und der unteren Befallsgrenze ist demnach ziemlich stark.

Als letztes bliebe übrig, eine Gleichung aufzustellen, mittels der sich aus dem gegebenen Stammittendurchmesser die wahrscheinliche untere Grenze des *chalcographus*-Befalls errechnen ließe. Für diesen Zweck ist jedoch die Zahl der untersuchten Stämme viel zu gering. Solange nicht weitere, umfangreiche Messungen ermöglicht werden, kann an die Lösung dieser Aufgabe nicht geschritten werden. —

Für die obere Grenze des *chalcographus*-Befalls konnten nur 9 Werte durch Nachschneiden der Rinde am Zopf ermittelt werden. Aber diese wenigen Zahlen geben schon ein klares Bild. Ihr Unterschied von 1,5 cm bis 3 cm ist so gering, daß man unbedenklich einen Durchmesser von ungefähr 2 cm als obere Grenze des chalcographus-Befalls ansehen kann.

Nachdem die Grenzen des Befallsgebietes sowohl von *Ips typographus* als auch von *P chalcographus* festgestellt sind, bleibt noch die Frage offen, wie es sich an der Stelle verhält, wo die beiden Käfer zusammenstoßen. Altum und Eichhoff erklärten: in der Mehrzahl aller Fälle ist die Grenze zwischen beiden scharf ausgeprägt. Hier ist für unser Material unbedingt zu widersprechen. Von 56 Stämmen zeigen nur 2 eine einigermaßen scharfe Grenze zwischen den beiden Befallsgebieten (Nr. 8 und 9 der Tab. 25). Bei der Mehrzahl der Bäume greifen die Gebiete übereinander, nur ein geringer, schwach befallener Teil weist ein käferleeres Stück zwischen beiden auf (Nr. 31 und 35 der Tab. 25). Im Fall des Übereinandergreifens sind die Abstandszahlen in Tab. 25 mit negativem Vorzeichen versehen. Daß eine scharfe Grenze sich im allgemeinen nicht bildet, geht schon aus der Tatsache hervor, daß typographus seine Fraßfiguren weit in den Wipfel hinein — bei unseren Zahlen bis zu einem Durchmesser von 5,5 cm — verlegen kann. —

Aus den in der Oberförsterei Gahrenberg vorgenommenen Messungen ergibt sich also für die Art des Befalls von *Ips typographus* und *P. chalcographus*.

1. *Ips typographus* fliegt die Fichte zuerst unter der Krone, vielleicht in der Mitte des Stammes, vielleicht etwas höher an; von hier aus breitet sich sein Fraßgebiet nach unten und oben aus. Eine Bevorzugung der dickborkigen Teile kommt nicht in Frage, da diese sich bei vielen Stämmen nur wenig über die Bodenoberfläche erheben. Der Befall ist an keine Grenzen gebunden; er reicht vom Fuß des Stammes bis in die Spitze.

2. Die ausschließliche Zuweisung der Spiegelrindenregion an *P. chalcographus* kann als besonderes Kriterium nicht aufrecht erhalten werden, da typographus den größeren Teil seines Gebietes ebenfalls dorthin verlegen kann. Der *chalcographus*-Befall geschah innerhalb des Stammteils zwischen den Durchmessern 8,5—22 cm und 2 cm. Der untere Grenzdurchmesser wächst beim Größerwerden der Längen- und Mittendurchmesserzahl des Stammes.

3. Eine scharf ausgeprägte Grenze zwischen *chalcographus*- und *typographus*-Gebiet am selben Stamm besteht nicht; gewöhnlich greifen beide übereinander.

### d) Anlegen der Rammelkammer.

Während bei den monogamen Arten das Weibchen den Eingang zur späteren Brutstätte bohrt, fällt bei den polygamen Arten, zu denen ja auch *P. chalcographus* gerechnet wird, dem Männchen die Aufgabe zu, Einbohrloch und Rammelkammer anzulegen. Zu diesem Zweck sucht es sich Stellen aus, die ihm ein möglichst schnelles Einbohren bei geringstem Kräfteaufwand ermöglichen. Es sind dies einerseits dünne Rindenstellen; gern bohren sich die Käfer unter Rindenschuppen ein, die den Eingang des Brutraumes vor Witterungseinflüssen schützen und vor Feinden verhergen. Andererseits werden beim Einbohren beschädigte Rindenstellen bevorzugt. Bei den Zuchten des Verf. bohrten sich die Käfer sehr häufig an den Stirnseiten der Brutrolle zwischen Splint und Rinde ein, oder es wurden Beschädigungen, wie Sägeschnitte und dergl. benutzt.

Nach 1—2 Tagen ist die Rammelkammer fertig. Die Beendigung der Anlage des Hochzeitsraumes ist daran zu erkennen, daß nunmehr die Männchen, die bisher allein gearbeitet haben, sich anschicken Weibchen herbeizulocken. Es geschieht dies durch Herausstrecken des Absturzes aus dem Bohrloch. Wenn Verf. Zuchten anlegen wollte, so wurden zunächst nur Männchen an die Zuchtrolle gebracht; es war dann ein eigenartiges Bild, wenn nach ungefähr 2 Tagen aus jedem Bohrloch ein Absturz herausragte. Wahrscheinlich werden die Männchen dabei zur Herbeilockung der Weibchen einen Duft ausströmen; denn es ist nicht anzunehmen, das das Herausstrecken des Absturzes nur auf das Gesichtsorgan der Weibchen wirken soll.

Ein solches Herausstrecken des Absturzes wurde noch von Lindemann bei *Ips typographus* (58) und bei *Trypophloeus alni* Lindem. (57) beobachtet.

## 6. Begattung und Eiablage.

### a) Die Begattung.

Die Weibchen laufen emsig auf der Rinde hin und her und suchen nach Männchen. Haben sie ein solches, das seinen Absturz am Eingang zur Rammelkammer hinausstreckt, gefunden, so versuchen sie, in die Rammelkammer zu gelangen, indem sie mit dem Kopf auf den Absturz des Männchens drücken und sich in das Bohrloch hineinzwängen; das Männchen gibt etwas nach und läßt das Weibchen ein kleines Stück, vielleicht bis zum Ende des Thorax, eindringen. Doch dann bewegt es sich rückwärts und stößt das Weibchen wieder nach außen. Von neuem versucht das Weibchen, sich hineinzuzwängen, und wieder gibt das Männchen etwas nach, doch nur um das gleiche Spiel wie zuvor zu treiben und das Weibchen wieder hinauszudrängen. Dieses Hin und Her kann eine Weile dauern, bis schließlich das Männchen sich in die Rammelkammer zurückzieht und den Eingang freigibt; das Weibchen kriecht darauf sofort in das Bohrloch ein.

Um den Vorgang der Begattung sichtbar zu machen, wurde die erstmalig von Stilantjew (82) angegebene und später von Schewyreuv (77) benutzte Methode in etwas abgeänderter Form angewandt. In einen Kopierrahmen, wie er für photographische Zwecke gebraucht wird, wurde zu oberst eine Glasscheibe gelegt, darunter mit der Innenschicht nach der Glasscheibe hin ein Stück frisch abgeschälter Fichtenrinde, in das mit einem scharfen Messer einige Rammelkammern geschnitten waren; die Bohrlöcher wurden mit einer dicken Nadel in die Rinde gestochen. In die Rammelkammern wurde ein Männchen mit einem oder zwei Weibchen gebracht. Unter der Rinde folgte ein schmales Holzbrettchen, das dort, wo in der Rinde die Bohrlöcher ausmündeten, mit Ausschnitten versehen war; den Abschluß bildete wiederum eine Glasscheibe. Die Ausschnitte in dem Brettchen hatten den Zweck, das aus den Bohrlöchern herausgeschaffte Bohrmehl aufzunehmen. So konnte von oben beobachtet werden, was innerhalb der Rammelkammer geschah, und von unten, wenn die Käfer etwa die Rammelkammer durch das Bohrloch verließen. Der Anordnung haftete nur der eine Mangel an, daß die Beobachtungen nicht längere Zeit hindurch ausgeführt werden konnten. Nach 3—4 Tagen war die Rinde derart ausgetrocknet, daß sie sich trotz des Druckes der Kopierrahmenfedern wölbte und den Käfern ein Entkommen aus der Rammelkammer bezw. den genagten Muttergängen ermöglichte. Um diesem Übelstande abzuhelfen, wurde der Kopierrahmen samt Inhalt in eine große Schale gesetzt, auf deren Boden sich eine kleinere Schale mit Wasser be-

fand; das Ganze wurde mit einer Glasscheibe zugedeckt. Die wassergesättigte Luft in der Glasschale verhinderte ein Austrocknen der Rinde. Dafür stellte sich aber ein neues Übel ein, der Schimmel. Jedoch gelang es auf diese Weise die Beobachtungen ungefähr eine Woche lang durchzuführen.

Nach dem Einbringen in die künstliche Rammelkammer liefen die Käfer anfangs hin und her und begannen dann in einer Ecke zu nagen. Wahrscheinlich wird im Freien das in die Rammelkammer gelangte Weibchen sofort begattet; daß hier keine sofortige Kopulation erfolgte, mag seinen Grund in der den Käfern nicht passenden, von ungewohnter Lichtfülle durchfluteten Rammelkammer haben. Später konnten häufig

Abb. 16. *P. chalcographus* in Kopula.

Kopulationen beobachtet werden. Das Weibchen kriecht aus seinem Muttergang heraus und drängt sich mit dem Hinterende seines Abdomens an den Absturz des Männchens. Das Männchen führt dann sehr schnell seinen Penis in die Vagina des Weibchens ein. Beide Käfer liegen seitlich und zwar so, daß sie einen stumpfen Winkel miteinander bilden. Nach Schewyreuv stehen Männchen und Weibchen von *Ecc. Ratzeburgi* und *Ips sexdentatus* bei der Begattung in einem Winkel von 90° zueinander. Bei *P. chalcographus* ist dieser Winkel größer (s. Abb. 16). Während der Kopulation sind beide Käfer sehr unruhig, die Beine sind in ständiger Bewegung und Kopf und Fühler zittern fortwährend. Während des ganzen Aktes streicht das Männchen mit seinen Hinterbeinen das Abdomen des Weibchens. Ganz plötzlich lösen sich die Käfer voneinander, und das Weibchen kriecht wieder in seinen Muttergang. — Nicht immer sucht das Weibchen das Männchen auf. Häufig kriecht das Männchen in den Muttergang und reibt solange mit seinem Kopf den Absturz des

Weibchens, bis dieses dem vorangehenden Männchen folgend, den Gang verläßt. Doch folgt es ihm nicht ganz bis in die Rammelkammern, sondern bleibt am Ende seines Ganges stehen. Hier findet dann die Begattung statt (Abb. 16). Die Kopulationen dauern in der Regel 2—3 Minuten.

### b) Die Eiablage.

In den der Einfachheit halber quadratisch geschnittenen Rammelkammern begannen die Weibchen meist in den Ecken mit der Anlage des Mutterganges. Täglich wurde von den unter Glas arbeitenden Weibchen durchschnittlich 1,8 mm Gang genagt. Doch schwankte die Arbeitsleistung der einzelnen Weibchen in ziemlich weiten Grenzen. Der längste Gang, der in 7 Tagen geschaffen wurde, war 18,5 mm lang, der kürzeste 6,5 mm. Dies entspräche einem durchschnittlichen Fortschreiten des Ganges von täglich 2,6 bezw. 0,9 mm. Doch ist dabei zu bedenken, daß die Länge des Ganges nicht die ganze Arbeitsleistung darstellt; das Nagen der Eigruben muß mit in Rechnung gestellt werden. So wies der 6,5 mm lange Gang 9 Eigruben auf.

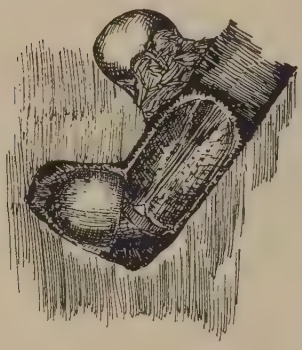


Abb. 17.
*P. chalcographus* beim Nagen einer Eigrube.

Beim Nagen der Eigruben zeigten die Weibchen eine kaum glaubliche Gelenkigkeit; wenn man es nicht selbst gesehen hat, kann man dem plumpen Käfer nicht zutrauen, daß er Thorax und Abdomen fast in einem rechten Winkel zueinander stellen kann. S. Abb. 17. Die Eigrube wird am jeweiligen Ende des Brutarmes nach rechts oder links genagt; man könnte sie für die Verlängerung des abgebogenen Mutterganges halten, bis schließlich nach der Eiablage der Gang doch in alter Richtung weitergeführt wird.

Über die Eiablage sagt Eichhoff (33, S. 12): „In die Einkerbungen werden die Eier, wahrscheinlich nachdem sie vorher in den eigentlichen Gang gelegt sind, mittelst des Maules gebracht. Daß die Eier nicht unmittelbar aus dem Mutterleib in die Kerben gelegt, sondern erst hinterher mit dem Maule dahingebracht werden, schließe ich daraus, daß man nicht selten Brutgänge findet, die bis zum äußersten Ende wirklich mit Eiern in den Eikerben belegt sind.“ Die Richtigkeit dieser Überlegung wurde von Schewyreuv nach den Beobachtungen seines Schülers Kevdin für *Ips typographus* bestätigt: „Das Weibchen nagt zuerst rechts und links je eine Eigrube, legt dann in den Muttergang ein ungefähr ellipsoides Ei, bückt sich, nimmt es zwischen die Beine, faßt es mit den Kiefern und bringt es in die eine Grube, wo es mit Hilfe der Beine in der Längsachse festgelegt und mit etwas Bohrmehl bedeckt wird, dann legt es ein

zweites Ei, das in gleicher Weise in die gegenüber liegende Eigrube gelangt" (zitiert nach Hennings 1907, 39). Leider konnte Verf. die Eiablage bei *P. chalcographus* niemals beobachten, so daß dem vorstehenden nichts hinzugefügt werden kann.

Aufgabe des in der Rammelkammer verbleibenden Männchens ist es, für die Reinlichkeit des Gangsystems zu sorgen und das beim Anfertigen der Brutgänge anfallende Bohrmehl hinauszuschaffen. Daß dieser „Reinlichkeitstrieb" des Männchens wenig selbstlos ist, hat zuerst Schewyreuv gezeigt; die Gänge werden nur zu dem Zwecke von Bohrmehl freigehalten, um ein Zusammenkommen der beiden Geschlechter zur Paarung zu ermöglichen. Nach den Beobachtungen Schewyreuvs geht das Säubern der Gänge bei *T. sexdentatus* Börn. folgendermaßen vor sich: „Das arbeitende Weibchen verbringt die abgenagten Teile vermittelst seiner Beine in die Vertiefung der Elytren; sowie sich daselbst eine gewisse Menge Bohrmehl angesammelt hat, nähert sich das Männchen und schafft dasselbe ebenfalls mit seinen Beinen in die Vertiefung auf seinem eigenen Hinterleibe, worauf es rückwärts den Gang hinauf kriecht und seine Ladung durch Kippen in die schief nach außen verlaufende Eingangsöffnung wirft." Bei *P. chalcographus* kann die Reinigung des Ganges auf dieselbe Weise vor sich gehen. Häufiger noch holt das Männchen die Ladung nicht beim Weibchen ab, sondern das Weibchen schiebt das Bohrmehl selbst aus seinem Gang in die Rammelkammer; besonders findet dies statt, wenn die Gänge schon länger geworden sind, und das Männchen bei einer größeren Zahl von Weibchen seiner Aufgabe nicht mehr gerecht werden kann. Das sich dann in der Rammelkammer anhäufende Bohrmehl packt sich das Männchen auf seinen Absturz und befördert es zum Bohrloch hinaus.

### c) Zahl und Länge der Muttergänge. Zahl der Eier.

Nachstehende Messungen wurden an Fraßstücken vorgenommen, die teils Verf. selbst gesammelt hatte, teils aus der Sammlung des Zoologischen Instituts Münden stammten. Es wurden nur solche Fraßbilder ausgewertet, deren Muttergänge vollendet waren, d. h. solche, aus deren letzten Eigruben schon Larvengänge abgingen; war letzteres der Fall, so war anzunehmen, daß zwischen der Ablage des letzten Eies und dem Abschälen der Rinde vom Stamm mehrere Tage lagen, während deren der Mutterkäfer weder weitergefressen noch Eier gelegt hatte; wahrscheinlich hatte er den Brutarm verlassen oder war innerhalb des Gangsystems gestorben. Auf solche Weise wurde verhindert, daß zum Bestimmen der Länge der Muttergänge und der Zahl der Eier Fraßsysteme verwandt wurden, die sich noch im Zustand der Entwicklung befanden.

Unter 25 Gangsystemen fanden sich mit

| 3 | 4 | 5 | 6 Muttergängen |
|---|---|---|---|
| 3 | 11 | 8 | 3 Fraßbilder. |

Die in den neueren Lehrbüchern zu findenden Angaben von 3 bis 6 Muttergängen (Escherich 35) und 4—5 Gängen (Wimmer 90) wurden also bestätigt. Die von Heß-Beck (46) und von Wolff-Krausse (89) genannte Zahl von 3—9 Brutarmen muß insofern eingeschränkt werden, als normal 3—6, als Ausnahme auch mehr Muttergänge vorkommen.

Auf ihre Länge wurden 92 Brutarme untersucht. Längen von

| 5—9 | 10—14 | 15—19 | 20—24 | 25—29 | 30—34 | 35—39 | 40—44 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | 23 | 16 | 21 | 13 | 9 | 1 Muttergänge |

wiesen auf. Berechnet man aus dieser Reihe das Mittel[1]), so ergibt sich $M = 23{,}96$ mm mit der Standardabweichung $\sigma = \pm 7{,}74$ mm. Die Streuung ist also, wie auch zu erwarten war, sehr groß; sie umfaßt die Längen zwischen 16,22 und 31,70 mm. Der längste Gang war 43 mm lang. Hier ergibt sich keine Bestätigung der in der Literatur zu findenden Zahlen. Nach Wolff und Krausse sind die Gänge 1 mm breit und bis 8 cm lang. Escherich läßt die Muttergänge ebenfalls 1 mm breit und durchschnittlich ca. 6 cm lang sein. Heß-Beck gibt als Länge 2—8 cm an. Möglich ist es, daß solche Längen zuweilen erreicht werden; aber wenn von 92 gemessenen Muttergängen der längste 43 mm lang ist, und das Mittel rund 24 mm beträgt, so müssen die Angaben der Lehrbücher wahrscheinlich als zu hoch angesehen werden.

Die gleichen 92 Muttergänge wurden dazu benutzt, die Zahl der gelegten Eier festzustellen; es fanden sich

| 5—9 | 10—14 | 15—19 | 20—24 | 25—29 | 30—34 | 35—39 | 40—44 Eier |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 20 | 21 | 19 | 13 | 2 | 2 | 1 Brutarmen. |

Hieraus ergibt sich als arithmetisches Mittel $M = 17{,}87$ mit der Standardabweichung $\sigma = \pm 7{,}72$. Auch hier ist die Streuung sehr groß; sie reicht von 10,15—25,29, d. h. es wurden in dem untersuchten Material durchschnittlich 10—26 Eier abgelegt.

Die Borkenkäfer legen verhältnismäßig wenig Eier. Escherich nimmt als durchschnittliche Mittelzahl 50—60 Eier für ein Weibchen an. Die für *P. chalcographus* gefundene Mittelzahl liegt demnach noch unter dem Durchschnitt der von den Borkenkäfern im allgemeinen gelegten Eier.

Setzt man die Mittelzahl der Brutarmlänge in Beziehung zur mittleren Eimenge, so ergibt sich, daß im Durchschnitt auf 1,34 mm Muttergang eine Eigrube zu rechnen ist. Da die Eikerben in der Regel nicht nur an einer, sondern zu beiden Seiten des Ganges zu finden sind, liegen an jeder Brutarmseite die Eier voneinander in einer durchschnittlichen Entfernung von 2,68 mm. Eine derart regelmäßige Aufeinanderfolge der Eigruben wird sich meist nicht finden, da teils die eine Seite mehr belegt worden ist als die andere, und teils Gangstücke mit dicht aneinandergedrängten Eikerben mit leeren Gangteilen abwechseln.

[1]) Nach Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1913.

### d) Einmalige oder mehrmalige Begattung.

Ratzeburg (1839; 71) hat eine mehrmalige Begattung bei Borkenkäfern für möglich gehalten, da er die Vermutung Papes wiedergibt, „daß die Käfer vielleicht einer wiederholten, nur an diesem geräumigeren Orte möglichen Begattung wegen von Zeit zu Zeit nach der Rammelkammer zurückkehren".

1868 hat Chapman (30) durch einen einfachen Versuch gezeigt, daß das Weibchen von *Hylesinus fraxini* nur in Gegenwart des Männchens Eier zu legen vermag. In einem sorgfältig aufgedeckten Gangsystem isolierte er jeden Käfer durch Verstopfen des Ganges mit Bohrspänen. Nach einer Woche hatten die Weibchen weiter gefressen, aber keine Eier gelegt.

Eichhoff (1881; 33), der diese Mitteilung Chapmans nicht kannte, sagt in seinen „Europäischen Borkenkäfern": „Wahrscheinlich genügt, wie es bekanntlich bei der Honigbiene festgestellt ist und wohl bei den meisten Insekten der Fall sein wird, eine einmalige Begattung zur Befruchtung des Weibchens für dessen ganze Lebenszeit. Es ist wenigstens nicht einzusehen, weshalb die Borkenkäfer hier eine Ausnahme machen sollten. Auch spricht das Vorkommen der Brutgänge verwitweter Weibchen gegen letztere Annahme."

Zu Beginn des neuen Jahrhunderts wird der Frage, ob die Borkenkäfer einer wiederholten Begattung bedürfen, mehr Aufmerksamkeit zugewandt. Zunächst stellt Knoche 1904 (50) fest, „daß die Borkenkäfer sich so oft begatten, als ihnen Gelegenheit geboten wird." Schewyreuv (1905; 77) und seine Schüler beobachteten mehrmalige Begattung bei *Eccoptogaster*, *Myelophilus* und *Ips*. Wie schon auf Seite 401 mitgeteilt, hat nach Schewyreuv das Säubern der Gänge bei den polygamen *Pityogenes*-Arten lediglich den Zweck, ein Zusammenkommen der beiden Geschlechter zu ermöglichen; sind beim Größerwerden der Gänge einige Weibchen vernachlässigt worden, und ist der Gang mit Bohrmehl verstopft, so legt das Weibchen eine Hochzeitskammer mit einem nach außen führenden Gang an, der einen Besuch von Männchen, die aus irgendwelchem Grunde Junggesellen geblieben sind, ermöglicht.

Barbey (1906; 28) bestätigt letztere Ansicht für *Pityogenes Lipperti* Henschel: „Wir haben besonders an Gangsystemen, die an kleineren Ästen ausgeführt waren, kleine Aushöhlungen wahrgenommen, die wir in Übereinstimmung mit Schewyreuv als supplementäre Rammelkammern ansehen. Sie werden in der Tat von den Weibchen gebohrt, die durch Bohrmehl von ihrem trägen Gatten getrennt sind, während sie die Brutgänge anlegen. Werden sie vom polygamen und daher oft anderwärts in Anspruch genommenen Männchen nicht gefolgt, so erweitern sie ihren Gang, um den Besuch eines Männchens von außen her zu empfangen, worauf sie befruchtet werden, und dann wieder an ihre Aufgabe gehen."

Nachdem so erwiesen war, daß bei den Borkenkäfern mehrmalige Begattung keine Seltenheit bildet, erschienen im Jahre 1907 drei Arbeiten, die eine Antwort auf die Frage suchten, ob zur Eiablage wiederholte Begattung erforderlich ist. Knoche (51) wies experimentell nach, daß *Hylesinus piniperda*, dessen Weibchen sich, wenn ihm Gelegenheit geboten wird, mehrmals begatten läßt, auch bei einmaliger Kopulation eine regelrechte Brut zustande bringt; wiederholte Begattung ist also nicht notwendig. Hennings (40) nahm Borkenkäferweibchen aus begonnenen, schon Eier aufweisenden Muttergängen heraus und setzte sie isoliert an Schwarten. Bei der nach einigen Wochen vorgenommenen Entrindung wurde ersichtlich, ob die Weibchen normal weiter Eier gelegt hatten, oder ob das Fehlen des Männchens eine unregelmäßige Ausformung des Gangs zur Folge gehabt hatte. Auf diese Weise konnte Hennings nachweisen, daß *Ips typographus* nach Ablage von ungefähr 6 Eiern, *Ips stenographus* nach Ablage von etwa 9 Eiern wiederum der Begattung bedarf, um mit der Eiablage fortfahren zu können; *Myelophilus piniperda* begnügt sich mit einer einmaligen Begattung. Für *Ips typographus* bestätigte Nüsslin (65) auf Grund eingehender Untersuchungen das Ergebnis von Hennings. „Was nun das Verhalten der übrigen Borkenkäfer betrifft, so habe ich das entgegengesetzte Vorkommnis, nämlich das Genügen einer einmaligen Begattung für die ganze Saison 1903 für *Hylastes glabratus* Zett. nachgewiesen. — Auch die Gattung *Cryphalus* scheint sich, allerdings nur für eine Generation, mit einer Begattung zu begnügen. — Am ausgesprochensten ist aber unter den Borkenkäfern die Genügsamkeit mit einmaliger Begattung bei den *Xyleborus*-Arten, bei welchen die Männchen wegen Flugunfähigkeit am Ort ihrer Geburtsstätten bleiben und nur die Weibchen nach den Brutstätten zu fliegen vermögen."

Es steht also fest, daß entgegen der Ansicht Eichhoffs mehrmalige Begattung bei Borkenkäfern häufig vorkommt. Bei *P. chalcographus* wurden von Verf. häufig wiederholte Kopulationen zwischen den gleichen Käfern beobachtet. Eine andere Frage ist, ob mehrmalige Begattung zur Ablage einer normalen Anzahl von Eiern notwendig ist. Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen bedürfen *Hylesinus fraxini*, *Ips typographus* und *stenographus* einer wiederholten Kopulation, während sich *Myelophilus piniperda*, *Hylastes glabratus*, die *Xyleborus*-Arten und wahrscheinlich auch die Gattung *Cryphalus* mit einer Begattung begnügen. Über das Verhalten von *P. chalcographus* liegen keinerlei Angaben vor.

Bevor auf die zur Klärung dieser Frage unternommenen Versuche eingegangen wird, soll kurz die Methodik der nachfolgenden Zuchtversuche behandelt werden. Pauly, der als erster systematische Borkenkäferzuchten durchführte, wandte bekanntlich seine Leinwandsackmethode an: er paraffinierte einen Stammabschnitt an beiden Enden, um das Austrocknen zu verhindern, und steckte ihn in einen dichten Leinwandsack; dann schüttete er die Käfer, die sich in das Stammstück einbohren sollten,

ebenfalls in den Sack, schnürte ihn zu und überließ ihn sich selbst. Schon ein Jahr nach Veröffentlichung dieser Methode (1888; 67) wandte sich Eichhoff in einer Kritik (34) gegen sie; er behauptete, daß der Überzug mit Paraffin die Bewegung der Feuchtigkeit verhindere und eine chemische Zersetzung innerhalb des Holzkörpers hervorrufe, der Sack aber Luft, Sonnenschein und Wärme abhalte. R. Koch (54) unternahm 1906 Zuchten mit paraffinierten Hölzern, die teils im Sack, teils im Zwinger aufbewahrt wurden; er konnte nachweisen, daß der Sack keinen schädlichen Einfluß auf den Verlauf der Zuchten ausübte. Hennings hat bei seinen schönen Zuchten nicht paraffinierte Hölzer verwandt; er hielt es für unangebracht (39), da die Borkenkäfer kranke oder geworfenes, also nicht im vollen Saft stehendes Holz bevorzugen; das Paraffin aber verhindert ein Austrocknen. „Dann aber hat das Paraffinieren noch den Nachteil, daß der Saft in derartig behandelten Rollen durch Gärung und ähnliche Prozesse sich sehr bald verändern muß, so daß er schon nach kurzer Zeit in Zusammensetzung, Konsistenz usw. nicht mehr dem Saft im stehenden Stamm entspricht und daher vielleicht gar schädlich werden kann." Knoche (52) wies diese Einwände zurück, mußte aber zugeben, daß Zuchten in paraffinierten Hölzern einen langsameren Verlauf genommen hatten als solche in nicht paraffinierten.

Der Wert der einzelnen Methoden ist also bestritten; Erfolge sind mit allen erzielt worden. Vor allen Dingen ist darauf zu achten, daß ein zu starkes Austrocknen der Brutrolle verhindert wird. Diesem Zwek diente die Paulysche Paraffinierung. Ich suchte das gleiche Ziel zu erreichen, indem ich die Hölzer in Glasgefäße mit Glasdeckel setzte; die aus dem Holz ausdunstende Feuchtigkeit schuf in dem Glase eine wassergesättigte Atmosphäre, die jede weitere Verdunstung auf ein Minimum reduzierte. Jeden Morgen wurden die Gläser auf ausgekrochene Käfer untersucht, und gleichzeitig das herausgeworfene Bohrmehl entfernt; hierdurch wurde eine tägliche Durchlüftung der Gläser erzielt. Diese Methode hat nur den einen Nachteil, daß die Brut ständig einer Luftfeuchtigkeit von 100% ausgesetzt war. Sollten die Zuchten in wechselnder Luftfeuchtigkeit, etwa im Freien, „unter natürlichen Bedingungen" unternommen werden, so mußte statt des Glasdeckels ein Gazeverschluß gewählt werden. Dieser verhinderte natürlich nicht ein langsames Austrocknen der Rolle. Je größer die Holzstücke sind, um so länger halten sie sich frisch. Paraffinieren hilft hier, doch ist damit zu rechnen, daß die von Eichhoff und Hennings erwähnten Gärungsprozesse eintreten. Verf. hat auf Anregung von Herrn Professor Rhumbler eine andere Methode angewandt, die sich allerdings nur bei kleineren Brutrollen leicht durchführen läßt. Von einer Stirnfläche aus wurde der Längsachse entlang eine Höhlung gebohrt, die bis zu etwa $^2/_3$ der Länge des Brutholzes reichte. Diese Höhlung wurde mit Wasser, das zur Verhütung der Schimmelbildung abgekocht wurde, gefüllt und mit einem dichtsitzenden

Pfropf verschlossen. Das Wasser zieht nun langsam aus dem Innern der Brutrolle nach außen und versorgt die die Käfer enthaltende Rindenschicht ständig mit der notwendigen Feuchtigkeit. Je nach dem Grade der Verdunstung muß die innere Höhlung mehr oder weniger häufig mit frischem Wasser versehen werden. Mit dieser Versuchsanordnung wurden schöne Erfolge erzielt.

Neben der Austrocknungsgefahr ist Schimmelbildung ein nicht außer acht zu lassender Feind aller Borkenkäferzuchten. Um ihm wirksam entgegenzutreten, ist auf peinlichste Sauberkeit zu achten. Die Zuchtgläser wurden vor ihrer Verwendung mit kochendem Wasser ausgespült, täglich wurden die ausgeworfenen Bohrmehlhäufchen entfernt, da sie gerne den ersten Herd der Verschimmelung bilden. Zeigten sich auf dem Brutholz Schimmelansätze, so wurden diese mit einem sauberen Tuche fortgewischt. Auf diese Weise gelang es, sämtliche Zuchten selbst in der für Schimmelbildung so günstigen Atmosphäre der mit dem Glasdeckel verschlossenen Gefäße bis zu ihrem Ende durchzuführen.

Regelmäßig wurden zunächst nur Männchen an die Rolle gesetzt. Am nächsten Tage wurden die Männchen, die sich nicht eingebohrt hatten, entfernt und die Bohrlöcher mit Nummern versehen. War nach 1 oder 2 Tagen der Bau der Rammelkammer beendigt, was die Männchen durch Herausstrecken ihres Absturzes anzeigten, so wurden ein oder mehrere Weibchen an das Bohrloch gebracht. Wenn sie nicht freiwillig einschlüpften, wurden sie mit sanftem Zwange in das Bohrloch hineingeführt. Als Versuchskäfer wurden frisch ausgeschlüpfte Jungkäfer aus anderen Zuchten verwandt. Täglich wurden neu eingetretene Veränderungen, wie Anlage eines neuen Bohrloches, aufgezeichnet und ausgekrochene, sich im Glase herumtreibende Käfer entfernt.

### Reihe A.

Männchen und Weibchen bleiben bis zum Ende des Versuchs zusammen.

Versuch 1: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

6 Männchen wurden am 16. Juli 1926 angesetzt. Am 17. hatten sich 2 eingebohrt, die übrigen wurden weggenommen. Am nächsten Tage wurden 6 Weibchen in das Glas getan, jedoch nicht, wie es bei den späteren Versuchen geschah, in die einzelnen Bohrlöcher eingeführt. Von den 6 Weibchen lagen am Tage darauf (19. Juli) 2 am Boden des Gefäßes; sie wurden entfernt. Außerdem waren 2 neue Bohrlöcher entstanden, sodaß jetzt 4 Bohrlöcher: a, b, c und d vorhanden waren. Am 20. wurde wiederum ein im Glase befindliches Weibchen entfernt. Es waren also noch 2 Männchen und 3 Weibchen in der Rolle. Da sich beim späteren Öffnen zeigte, daß die Bohrlöcher a und b nur Rammelkammern, aber keine Muttergänge aufwiesen, müssen die Männchen ihre alten Bohrlöcher verlassen haben und entweder die Bohrlöcher c und d

neu angefertigt haben, oder aber in die von den hinzugesetzten Weibchen angefertigten Bohrlöcher c und d geschlüpft sein. Wie sich später auswies, befanden sich am 20. Juli in c 1 Männchen und 1 Weibchen, in d 1 Männchen und 2 Weibchen. Am 22. war das Männchen aus c ausgekrochen und wurde entfernt. Am 23. wurde noch ein neues Weibchen in c eingeführt. Beim Öffnen am 10. August ergab sich folgender Befund:

Bohrloch c hatte 2 Gänge $\alpha$ und $\beta$, die je 1 Weibchen enthielten.

Gang $\alpha$ war 5 mm lang, ohne jede Eigrube.

Gang $\beta$ war 27 mm lang; 18 Larven, 7 Eier.

$\alpha$ stammte wahrscheinlich von dem am 23. eingeschlüpften Weibchen, das, da das Männchen fehlte, nicht begattet werden konnte; daher keine Eiablage. $\beta$ war von einem am 17. Juli eingesetzten Weibchen, also in 23 Tagen angefertigt. Im folgenden wird die Zeit, die dem Weibchen zur Eiablage zur Verfügung gestanden hat, also die Zeit, vom Einkriechen des Weibchens bis zur Beendigung des Versuches, kurz als „Legedauer" bezeichnet.

Bohrloch d hatte 4 Gänge mit 1 Männchen und 2 Weibchen.

Gang $\alpha$: 5 mm lang, ohne Eier.

Gang $\beta$: 15 mm lang, 12 Larvengänge, 1 leere Einische.

Gang $\gamma$: 12 mm lang, 3 Larven, 1 leere Einische.

Gang $\delta$: 36 mm lang, 24 Larven, 4 Eier.

Ob die 4 Gänge nur von den beiden vorgefundenen Weibchen stammen, oder ob sich auch das am 20. Juli ausgekrochene Weibchen am Zustandekommen dieses Fraßbildes beteiligt hat, ist nicht festzustellen. Wichtig ist für die späteren Betrachtungen, daß das Männchen noch im Gangsystem weilte und zur Befruchtung von 43 Eiern ausgereicht hat.

Versuch 2: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

Am 17. Juli 1925 wurden 5 Männchen an eine Rolle gesetzt. Am 19. hatte sich 1 eingebohrt, die übrigen wurden entfernt. Am 19., 20. und 22. wurde je ein Weibchen in das Bohrloch a eingeführt; das letzte zeigte sich sehr störrisch und ist wahrscheinlich gleich wieder ausgekrochen, da am 25. ein Weibchen am Boden des Glases gefunden wurde. Befund am 10. August:

Bohrloch a hat 2 Gänge mit 2 Weibchen, kein Männchen.

Gang $\alpha$: 22 mm lang, 10 Larven, 5 Eier.

Gang $\beta$: 22 mm lang, 12 Larven, 9 Eier.

Legedauer ungefähr 21—22 Tage.

Versuch 3: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

7 Männchen am 19. Juli angesetzt. Am 20. zeigt sich ein Bohrloch a; ein im Glase kriechendes Männchen wurde entfernt. An a wurde am gleichen Tage ein Weibchen angesetzt. Am 22. wurde ein neues Bohrloch b, und am 23. ein weiteres Bohrloch c vorgefunden. In b wurde am 27., in c am 23. und am 27. je ein Weibchen eingeführt. Am 22. und 23. wurden je ein Männchen entfernt. Befund am 10. August:

Bohrloch a hat einen Gang $\alpha$ ohne Käfer.

Gang $\alpha$: 21 mm lang, 4 Larven, 2 leere Einischen.

Bohrloch b hat ebenfalls 1 Gang, in dem sich 1 Männchen und 1 Weibchen befinden.

Gang $\alpha$ 12 mm lang, 2 Eier.

Bohrloch c hat 2 Gänge mit 1 Männchen und 1 Weibchen.

Gang $\alpha$: 14 mm lang. 10 Einischen, davon 9 leer; die letzte mit Ei.

Gang $\beta$: 38 mm lang, 12 Larven, 8 Eier.

Legedauer für a 21 Tage, für b 14 Tage, für c 14—18 Tage.

Versuch 4: Durchschnittstemperatur 19,8° C. Am 22. Juli 5 Männchen angesetzt. Am 26. ein Bohrloch a, am 27. zwei weitere Löcher b und c. An alle 3 Bohrlöcher wurde am 27. je ein Weibchen angesetzt. Am 10. August war ein Männchen im Glase. Befund am 10. August:

Bohrloch a weist nur eine Rammelkammer auf, in der ein Männchen sitzt.

Bohrloch b hat 1 Gang. In der Rammelkammer ein toter Käfer, dessen Geschlecht leider nicht festgestellt wurde.

Gang $\alpha$: 13 mm lang, 5 Larven, 2 leere Einischen.

Bohrloch c hat 2 Gänge mit 1 Männchen und 3 Weibchen.

Gang $\alpha$: 22 mm lang; 6 Larven, 4 besetzte 2 leere Einischen.

Gang $\beta$: 21 mm lang; auf die ersten 10 mm 6 Eier verteilt, das Ende des Ganges ist leer.

Wahrscheinlich hat das an a angesetzte Weibchen das Bohrloch sofort wieder verlassen und ist in c eingeschlüpft; hier hat es zusammen mit dem ursprünglich in c eingeführten Weibchen die beiden Gänge genagt. Als Legedauer würden dann für beide Gänge 14 Tage in Betracht kommen. Das dritte in c gefundene Weibchen wird wohl aus b stammen; wenn der tot gefundene Käfer ein Männchen war, so ist es möglich, daß das Weibchen nach dem Tode seines Gefährten den Gang verlassen hat, um in c unterzuschlüpfen.

Versuch 5: Durchschnittstemperatur 20,0° C.

4 Männchen wurden am 13. Oktober 1926 an eine Fichtenrolle gesetzt. Zwei von ihnen hatten sich am 15. eingebohrt, die beiden anderen wurden weggenommen. Am 15. wurden an Bohrloch a ein Weibchen angesetzt, am 16. an b ebenfalls ein Weibchen. Am 18. wurde ein im Glase sich herumtreibendes Weibchen entfernt; am gleichen Tage wurde an beide Bohrlöcher noch je ein Weibchen gebracht. Am 25. Oktober und 6. November wurden je 1 Männchen, am 8. November 1 Weibchen entfernt. Befund am 20. November:

Bohrloch a: 1 Gang mit einem verschimmelten Weibchen.

Gang $\alpha$: 26 mm, 4 Larven, 6 Puppen, 2 Jungkäfer (Weibchen).

Bohrloch b: 1 Gang, in der Rammelkammer 1 verpilztes Weibchen.

Gang $\alpha$: 13 mm, 4 Eier.

Die Todesursache der beiden Weibchen war nicht ersichtlich; da der Tag, an dem die Weibchen starben, nicht bekannt ist, läßt sich die den Weibchen zur Verfügung stehende Legezeit nicht festlegen.

Versuch 6: Durchschnittstemperatur 20,0° C.

Am 13. Oktober 1926 wurden 4 Männchen gesetzt. Am 15. sind 3 Bohrlöcher a, b und c vorhanden. An b und c wurde je ein Weibchen gesetzt. Am 16. ist ein Weibchen im Glase und wird entfernt. Die Löcher b und c erhalten noch 1 Weibchen, und am 18. wird an b ein drittes Weibchen angesetzt.

Am 19. und 25. Oktober werden je 1 Weibchen, am 14. und 18. November je 1 Männchen und am 20. November noch 1 Weibchen entfernt. Befund am 20. November:

Bohrloch a, das kein Weibchen erhalten hatte, wies nur 2 Ernährungsgänge von 15 bezw. 9 mm auf.

Bohrloch b, hatte 3 Gänge $\alpha$, $\beta$ und $\gamma$.

Gang $\alpha$: 16 mm, 13 Larven.

Gang $\beta$: 9 mm, 7 Larven.

Gang $\gamma$: 13 mm, 6 Larven.

Bohrloch c hatte 2 Gänge, in der Rammelkammer 1 Weibchen.

Gang $\alpha$: 27 mm, 14 Larven, 10 Puppen.

Gang $\beta$: 29 mm, 11 Larven 9 Puppen.

Legedauer 36 Tage. Da nur 4 Weibchen Zeit zur Eiablage geboten war, müssen 2 Gänge, vielleicht b $\beta$ und $\gamma$, von einem Weibchen stammen.

Zweck dieser Versuchsreihe war es, Aufschluß über den Verlauf einer ungestörten Brut zu geben und die Fragen zu beantworten: Wie lange bleiben die Elternkäfer im Gangsystem? Genügt ein Männchen zur Befruchtung der Eier mehrere Weibchen?

Es ist klar, daß im Regelfalle das Weibchen solange im Gang verbleibt, bis es seine Brut beendigt hat, das sind nach Abschnitt 6 c durchschnittlich 18 Eier bei einer Ganglänge von 24 mm. Verläßt ein Weibchen früher seinen Gang, so müssen Umstände vorliegen, die sein Unbehagen erregen und es zur Auswanderung veranlassen. Es kann dies einerseits das Fehlen des Männchens sein, andererseits auch die nicht passende Beschaffenheit des Brutortes, wie zu große Trockenheit des Holzes oder ungeeignete, durch chemische oder mikrobiologische Prozesse hervorgerufene Zusammensetzung der Substanz des Holzkörpers. Wie die Gangsysteme 1 c, 2 a und 6 c der Versuchsreihe A dartun, in denen sich Weibchen, aber keine Männchen befinden, und wie auch die Versuche der nächsten Reihe zeigen werden, kann von einer Auswanderung der Weibchen beim Fehlen der Männchen keine Rede sein. Wo also beim Entrinden der Versuchsrollen Gänge ohne Weibchen vorgefunden wurden, wie z. B. 3 a und 6 b, liegt die Vermutung nahe, daß der Brutort irgendwelche ungeeignete Beschaffenheit aufwies. Das eine natürliche Beendigung der Eiablage in diesen Fällen vorgelegen hat, ist bei der geringen Anzahl der

gelegten Eier nicht anzunehmen. Um auf jeden Fall keine unnormalen oder auch nur unnormal erscheinenden Bruten zur Beantwortung obiger Fragen heranzuziehen, sind die ohne Weibchen vorgefundenen Gangsysteme, das sind 3a, 4b und 6b, außer acht gelassen worden; ebenso fanden keine Berücksichtigung die Versuche 5a und 5b, deren Weibchen tot waren.

Von den übrigen Brutsystemen, 1c, 1d, 2a, 3b, 3c, 4c und 6c, waren 3 (1c, 2a, 6c) ohne Männchen, diese 3 Versuche hatten vom Einsetzen der Weibchen ab 23, bezw. 21—22, bezw. 36 Tage gedauert. Die Legedauer der Versuche *mit* vorgefundenem Männchen war 23, 14, 14—18, 14 Tage. Diese Zahlen legen die Vermutung, daß die Männchen nach ungefähr 3 Wochen das Brutsystem verlassen. Bemerkenswert ist, daß in 4a das am 22. Juli angesetzte Männchen bis zum 19. August, d. s. 19 Tage, in der Rammelkammer ohne Weibchen ausgehalten hat.

Zur Beantwortung der Frage, ob *ein* Männchen zur Befruchtung der Eier mehrerer Weibchen genügt, müssen zuerst die Brutbilder betrachtet werden, in denen sich nur 1 Männchen mit 1 Weibchen aufhielt. Siehe Tabelle 28:

Tabelle 28.

| Versuch: | Ganglänge: | Zahl der abgelegten Eier: | Legedauer: |
|---|---|---|---|
| 1c | 27 mm | 25 | 23 Tage |
| 3b | 12 mm | 2 | 14 Tage |

Die Anzahl der Eier und die Armlänge von 1c entsprechen den früher berechneten Durchschnittszahlen; 3b macht mit der allerdings geringeren Legedauer von 14 Tagen keinen normalen Eindruck.

In den übrigen Gangsystemen hatten 2 Weibchen dem Brutgeschäfte obgelegen; Tabelle 29 zeigt übersichtlich das Ergebnis dieser Versuche:

Tabelle 29.

| Versuch: | Ganglänge: | Zahl der abgelegten Eier: | Legedauer: | Summe der abgelegten Eier: |
|---|---|---|---|---|
| 2a | 22 mm | 15 | | |
| | 32 „ | 21 | 21—22 Tage | 36 |
| 3c | 14 „ | 1 | | |
| | 38 „ | 20 | 14—18 „ | 21 |
| 4c | 22 „ | 10 | | |
| | 21 „ | 6 | 14 „ | 16 |
| 6c | 27 „ | 24 | | |
| | 20 „ | 20 | 36 „ | 44 |

Ob die 4 Gänge von 1d von 2 oder von 3 Weibchen gefertigt sind, ist nicht ersichtlich. Aus obiger Übersicht ergibt sich einwandfrei, daß ein Männchen zur Befruchtung der Eier von 2 Weibchen, vielleicht auch von 3 Weibchen (1d) genügt.

Reihe B.

Das Männchen wird nach einigen Tagen aus der Rammelkammer entfernt.

Versuch 7: Durchschnittstemperatur 23, 1° C. Am 22. Juli 1926 wurden 3 Männchen angesetzt; am 24. waren 3 Bohrlöcher, a, b und c vorhanden. An a und c wurden am 24., an a und b am 25. je 1 Weibchen angesetzt. Am 26. wurden die Männchen entfernt; es ließ sich dies leicht vornehmen, wenn die Männchen ihren Absturz aus dem Bohrloch herausstreckten: das Abdomen wurde schnell mit einer spitzen Präpariernadel durchstochen, und der Käfer vorsichtig herausgezogen. Bei a mißlang das Herausziehen; das Männchen wurde später tot in der Rammelkammer aufgefunden. Vom 28. Juli bis zum 8. August wurde nicht beobachtet. Am 8. fand sich 1 Weibchen tot im Glase: außerdem war ein neues Bohrloch d vorhanden. Am 9. wurde ein im Gefäß herumkriechendes Weibchen entfernt. Befund am 10. August:

Bohrloch a: 1 Gang, in der Rammelkammer das tote Männchen.
Gang $\alpha$: 21,5 mm, 12 Larven.
Bohrloch b: 1 Gang mit 1 Weibchen.
Gang $\alpha$: 23 mm, 19 Larven, 4 Eier.
Bohrloch c: 1 Gang.
Gang $\alpha$: 18 mm, 9 Larven.
Bohrloch d: 1 Gang mit 1 Weibchen.
Gang $\alpha$: 21 mm, 1 Larve, 8 Eier 2 leere Einischen, davon die erste mit Bohrmehl verstopft.

Es ist denkbar, daß jedes der 4 Weibchen einen Gang gebohrt hat; eigentümlich ist dann aber die Besetzung von d mit 1 Larve und 8 Eiern; in der langen Zeit hätten sich weit mehr Eier zu Larven entwickeln müssen. Einleuchtender ist folgende Erklärung: eins der beiden an a angesetzten Weibchen ist wieder ausgekrochen und bald gestorben, vielleicht am 28. Juli; es wurde erst am 8. August gefunden, da bis dahin nicbt beobachtet wurde. Das andere Weibchen von a oder dasjenige von c ist, nachdem es Eier gelegt hat, ausgeschlüpft und hat den neuen Gang d genagt, und hier weiter Eier gelegt. So ließe sich erklären, weshalb in dem einen Gang nur Larven, in dem andern fast nur Eier gefunden wurden. Da die Entstehung von a, c und d nicht einwandfrei nachgewiesen werden kann, müssen diese Gangsysteme bei der Auswertung unberücksichtigt bleiben.

Ganz eindeutig ist dagegen das Brutbild b, dessen Weibchen noch beim Öffnen mit Eierlegen beschäftigt war. Der Gang ist mit 23 mm Länge, 19 Larven und 4 Eiern völlig normal. Das Weibchen ist vor dem 26. Juli begattet worden, hat also bei einer Legedauer von 17 Tagen 15 Tage lang ohne Gegenwart des Männchens und ohne weitere Begattung dem Brutgeschäfte obgelegen.

Versuch 8: Durchschnittstemperatur 20,0° C. Am 13. Oktober 1926 zwei Männchen angesetzt; am 15. ein Bohrloch a: das andere Männchen wird weggenommen. Es wird 1 Weibchen eingeführt, das am 16. wieder draußen vorgefunden und entfernt wird. Ein neues Weibchen wird angesetzt. Am 20. wird das Männchen entfernt. Am 25. ist das Weibchen ausgekrochen. Befund am 19. November:

Bohrloch a: 1 Gang.

Gang $\alpha$: 17,5 mm, 2 Puppen, 4 männliche, 2 weibliche Jungkäfer.

Versuch 9: Durchschnittstemperatur 20,0° C.

Am 13. Oktober 1926 wurden 2 Männchen angesetzt; am 16. zwei Weibchen in die beiden Bohrlöcher a und b. Am 18. war 1 Weibchen im Glas und wurde entfernt. Gleichzeitig wurden in a und b je ein weiteres Weibchen eingeführt. Am 19. wurden aus beiden Bohrlöchern die Männchen entfernt. Ferner wurde 1 Weibchen, das sich am 4. November im Glase herumtrieb, weggenommen. Befund am 20. November:

Bohrloch a: 1 Gang mit 1 sehr lebhaften Weibchen.

Gang $\alpha$: 34 mm, 8 Larven, dann 6 Eier, denn wieder 8 Larven.

Bohrloch b: 2 leere Ernährungsgänge von 6 bezw. 13 mm Länge.

Weshalb die in b befindlichen Käfer nur Ernährungsfraß vollführt haben ist, ist nicht ersichtlich. Ebenso unerklärlich ist die Tatsache, daß sich in a von 22 Eiern 6 nicht zu Larven entwickelt haben; möglich ist es, daß sie nicht befruchtet waren, möglich auch, daß andere Ursachen eine Entwicklung verhindert haben. Legedauer 35 Tage. Das Weibchen konnte nur während der 3 ersten Tage begattet werden, was jedoch genügte, um von 22 gelegten Eiern mindestens 16 zu befruchten.

Versuch 10: Durchschnittstemperatur 20,0° C.

Am 13. Oktober 1926 3 Männchen angesetzt; am 15. sind 3 Bohrlöcher a, b und c vorhanden. An a wird 1 Weibchen gesetzt. Am 16. wird in sämtliche 3 Bohrlöcher je 1 Weibchen eingeführt. Am 18. sind 2 Weibchen im Glas und werden entfernt. Nochmals wird an die 3 Bohrlöcher je 1 Weibchen gesetzt. Am 19. werden die Männchen entfernt. Am 29. Oktober und 4. November werden je 1 Weibchen, und am 14. November 3 Weibchen im Glase gefunden und herausgenommen. Befund am 20. November:

Bohrloch a: 1 Gang.

Gang $\alpha$: 34 mm, 17 Larven, 12 Puppen.

Bohrloch b: 17 mm langer Ernährungsgang.

Bohrloch c: 18 mm langer Ernährungsgang.

Das Weibchen aus a konnte vom 15.—19. Oktober begattet werden; dies genügte zur Befruchtung von 29 Eiern.

Die Versuche B 7—9 zeigen, daß *P. chalcographus* einer mehrmaligen Begattung nicht bedarf; es genügt einmalige Begattung. Natürlich

kann nicht behauptet werden, daß während der 2—3tägigen Zusammenlebens der beiden Geschlechter nur eine einzige Kopulation stattgefunden hat; vielleicht oder sogar wahrscheinlich haben deren mehrere stattgefunden. „Einmalige Begattung" bedeutet hier eine einmalige, kurzfristige Begattungsperiode im Gegensatz zu einer obligatorisch „wiederholten Begattung", wie sie z. B. bei Ips typographus festgestellt ist, der nach Ablage von etwa 6 Eier stets von neuem begattet werden muß, um in seinem Brutgeschäft fortfahren zu können. Der von *P. calcograpus* zu Anfang der Fortpflanzungszeit erhaltene Same reicht zur Befruchtung sämtlicher Eier eines Mutterganges aus.

Zur Erhärtung dieses Satzes diene noch

Versuch 11: Durchschnittstemperatur 18,4° C.

Nach der auf Seite 398 angegebenen russischen Methode wurden in ein Stück Fichtenrinde 4 Rammelkammern geschnitten, in diese je ein begattetes Weibchen, das schon Eier gelegt hatte, getan, und auf die Rinde eine Glasscheibe gepreßt. Die Weibchen waren Altkäfer des Versuchs I auf Seite 389. Nach 7 Tagen mußte der Versuch abgebrochen werden. Befund:

Rammelkammer a: 7 mm langer Gang mit 9 Eiern; aus den 4 ersten sind schon Larven ausgekrochen.

Rammelkammer b: Das Weibchen hat keinen Gang angelegt.

Rammelkammer c: 5 mm langer Gang mit 4 Eiern und ein 8 mm langer Gang mit 8 Eiern.

Rammelkammer d: 10 mm langer Gang mit 8 Eiern; aus den ersten 3 sind Larven ausgekrochen.

Reihe C.

Nach einigen Tagen wird das Männchen entfernt und dann wieder ein neues Männchen hinzugesetzt.

Versuch 12: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

Am 16. Juli 1926 wurden 5 Männchen angesetzt; am 17. war eine Rammelkammer vorhanden; die 4 restlichen Männchen wurden entfernt Am 17., 20. und 22. Juli wurde an das Bohrloch a je 1 Weibchen angesetzt. Am 23. wurde das Männchen herausgenommen. Um zu sehen, ob die zu „Witwen" gewordenen Weibchen von anderen Männchen besucht würden, wurden am 26. 2 frische Männchen an die Rolle gesetzt. Am 27. hatte das eine sich eine Rammelkammer gebohrt; es wurde entfernt. Das andere wurde am nächsten Tage in Gesellschaft eines Weibchens in einer frisch gebohrten Rammelkammer gefunden; es wurde ebenfalls entfernt. Wenn auch die Möglichkeit besteht, daß das zweite Männchen der Rammelkammer a einen Besuch abgestattet hat, so ist doch von wesentlicher Bedeutung, daß es auf keinen Fall längere Zeit dort geblieben ist, sondern gleich ein neues Bohrloch angefertigt hat. Befund am 10. August:

Bohrloch a: 3 Gänge mit 1 lebenden und 1 toten Weibchen.
Gang $\alpha$: 27 mm, 24 Larven, 1 Ei.
Gang $\beta$: 21 mm langer Ernährungsgang.
Gang $\gamma$: 19 mm, 8 Larven, 1 leere Einische.

Wahrscheinlich stammt Gang $\beta$ von dem am 22. Juli eingeführten Weibchen, das während des nur eintägigen Zusammenlebens mit dem durch die anderen Weibchen beschäftigten Männchen vielleicht nicht begattet wurde. Gang $\alpha$ ist wiederum ein schöner Beweis für das schon durch die Versuchsreihe B dargelegte einmalige Befruchtungsbedürfnis des Kupferstecherweibchens.

Versuch 13: Durchschnittstemperatur 20,0 C.

Am 13. Oktober 1926 wurden 5 Männchen angesetzt; am 15. waren 3 Bohrlöcher a, b und c vorhanden; die übrigen beiden Männchen wurden weggenommen. Am 15. und am 18. wurde an jedes der Bohrlöcher je ein Weibchen gesetzt. Am 20., 22. und 25. wurde je ein im Glase herumkriechendes Weibchen, am 19., 21. und 25. je ein Männchen entfernt. Nunmehr wurde am 29. Oktober in jedes der 3 Bohrlöcher je ein frisches Männchen eingeführt. Am 4. und 10. November wurde je ein Weibchen, am 8. November 2 der neuen Männchen unten im Glase vorgefunden. Befund am 19. November:

Bohrloch a: 1 Gang.
Gang $\alpha$: 23 mm, 3 Larven, 8 Puppen, 3 männlich und 2 weibliche Jungkäfer.
Bohrloch b: 2 Gänge $\alpha$ und $\beta$; in letzterem ein Weibchen.
Gang $\alpha$: 7 mm, 3 leere Eigruben.
Gang $\beta$: 47 mm, 25 Larven, 6 Puppen, 4 Jungmännchen.
Bohrloch c: 1 Gang.
Gang $\alpha$: 40 mm, 4 Larven, 10 Puppen, 8 männliche und 2 weibliche Jungkäfer.

Von den 3 am 29. Oktober eingeführten frischen Männchen sind 2 bis zum 8. November, also 10 Tage, in der Rammelkammer geblieben; der Verbleib des dritten ist nicht festzustellen. Versuch 13, bei dem die neuen Männchen in die Bohrlöcher eingeführt wurden, liefert also ein anderes Ergebnis als Versuch 12: hier fanden die an die Rolle gesetzten Männchen das Bohrloch nicht, und falls das zweite Männchen doch eingekrochen ist, was jedoch nicht zu beweisen ist, so ist es nur ganz kurze Zeit in der Rammelkammer geblieben, um sich dann aufs neue einzubohren. Im 7. Abschnitt wird noch näher hierauf eingegangen werden.

Ich fasse die Ergebnisse aus den Versuchen dieses Kapitels kurz zusammen:

1. Zwischen den in einem Gangsystem hausenden Männchen und Weibchen finden häufig Kopulationen statt.

2. Doch ist zur Vollendung einer regelrechten Brut wiederholte Begattung nicht erforderlich; der zu Anfang einer Brutperiode empfangene Same genügt zur Befruchtung sämtlicher Eier eines normalen Muttergan ges.

3. Ein Männchen genügt zur Befruchtung der Eier von 2, wahrscheinlich auch von mehr Weibchen.

4. Das Weibchen bleibt im Regelfalle bis zur Beendigung seiner Brut im Gange. Das Fehlen des Männchens veranlaßt das begattete Weibchen nicht zur Auswanderung.

5. Die Männchen scheinen das Brutsystem nach ungefähr 3 Wochen zu verlassen.

6. Die Gänge „verwitweter" Weibchen wurden von an die Brutrolle gesetzten Männchen nicht gefunden, während in die Bohrlöchern eingeführte Männchen 10 Tage in Gesellschaft der „Witwen" blieben.

## 7. Verbleib der überzähligen Männchen.

Vogel hat entdeckt, daß das Geschlechtsverhältnis des polygam lebenden *P. chalcographus* in den Brutstätten wie 1:1 ist; durch seine Frage nach dem Verbleib der überzähligen Männchen wurde, wie in der Einleitung Seite 3 bemerkt, diese Arbeit veranlaßt.

Der Wert der Vogelschen Entdeckung wird durch die Tatsache nicht geschmälert, daß Trédl im Jahre 1908 aus einer Zucht mit *P. chalcographus* 226 Männchen und 246 Weibchen erhielt und auf Grund dieser Zahlen gleichfalls die Frage nach dem Verbleib der überzähligen Männchen aufwarf. Trédl sagt wörtlich (85, S. 140): „*Pityogenes chalcographus* L. ist bekanntlich polygam und entfallen bei Anlage der Brutgänge in der Regel 3—4 Weibchen auf 1 Männchen. Nach dem aber die junge Brut nahezu die gleiche Anzahl beider Geschlechte ergibt, bleibt die Frage offen, was mit den überzähligen Männchen geschieht." Das Verdienst Vogels besteht also darin, eine von Trédl im Jahre 1908 mitgeteilte, aber wieder in Vergessenheit geratene oder doch unbeachtet gebliebene Erscheinung wiederentdeckt zu haben.

Vogel gibt selbst eine Antwort auf seine Frage (86): „Es liegt kein Grund zur Annahme vor, daß die Mehrzahl der Männchen (es müßten etwa 75 % sein!) vor der Begattung abstirbt. Wahrscheinlich ist von vornherein, daß alle sich an der Fortpflanzung beteiligen. Wenn schon man in der Fraßfigur in der Regel nur ein Männchen antrifft, so ist damit noch nicht erwiesen, daß es ein und dasselbe Männchen während der ganzen Entwicklung der Fraßfigur ist. Es könnten die Männchen sich ja in der Kammer ablösen! Der Fortpflanzungsbetrieb würde sich unter dieser Annahme also etwa so abspielen: das 1. Männchen verläßt nach erfolgter Begattung die Kammer, ein 2. jüngeres Männchen dringt ein, es folgt ein 2. Weibchen. Nach dessen Begattung wandert

das 2. Männchen aus, ein 3. Männchen und Weibchen dringen ein usf. Während die Weibchen an Ort und Stelle bleiben, wechseln die Männchen. Trifft dieser Modus zu, dann liegt natürlich keine Polygamie mit einer Überzahl von Weibchen vor, dieses Verhältnis wird durch das Fraßbild und das Wechseln der Männchen in der Rammelkammer nur vorgetäuscht; das Geschlechtsverhältnis 1 : 1 der Jungkäfer spricht von vornherein dagegen."

Diese Erklärung ergibt sich völlig zwanglos und ist sehr einleuchtend. In meinem Referat der Vogelschen Arbeit im Forstarchiv 1925 (78) fügte ich ihr noch eine weitere Lösungsmöglichkeit zu, die das von Vogel von vornherein abgelehnte Absterben der meisten Männchen zur Grundlage hatte. Sie möge hier an erster Stelle behandelt sein.

Meine Erklärung wurde durch die ebenfalls im Forstarchiv mitgeteilte und auf Seite 375 dieser Arbeit näher besprochene Beobachtung veranlaßt, daß aus in Papier eingewickelten Rindenstücken die Männchen frühzeitiger auskrochen als die Weibchen. Daraus schloß ich, daß die Männchen leichter zum Schwärmen veranlaßt würden als die Weibchen, und baute auf diesen Schluß folgende Erklärungsmöglichkeit auf: Während des Winters werden an sonnigen Tagen die Überwinterungsstellen des Kupferstechers durch direkte Bestrahlung genügend erwärmt, um die leichter schwärmenden Männchen zum Auskriechen zu veranlassen, während die Weibchen unter der Rinde verbleiben. Die Männchen werden außerhalb der schützenden Rinde durch den nachts eintretenden Frost getötet oder in ihren Lebensfunktionen doch derartig gelähmt, daß sie ein leichtes Opfer ihrer tierischen Feinde, vor allem der Vögel werden. Die Zahl der Männchen verringert sich also im Laufe des Winters ständig, bis sie sich zu Beginn der Schwärmzeit im Frühling zu der Zahl der Weibchen ungefähr wie 1 : 5 verhält.

Zur Nachprüfung dieser Erklärung wurden während des ganzen Winters 1925/26 überwinternde Jungkäfer durchgezählt; siehe darüber Seite 361 ff. Diese Zählungen ergaben keine Abnahme der Männchen, sondern ein stetes Gleichbleiben des Verhältnisses 1 : 1 bis Anfang April; nur die letzte Zählung am 22. April wies eine deutlich größere Anzahl Weibchen auf. Trotzdem ließ ich meine Lösung nicht fallen, da ich nunmehr die auch durch die letzte Zählung bestätigte Protandrie des Kupferstechers im Frühjahr entdeckte. Nur konnte jetzt der Frost keine wesentliche Rolle mehr spielen. Meine Versuche hatten ergeben, daß der Frühlingsschwarm durch die Männchen eröffnet wird. Bei den im Frühjahr häufigen Witterungsrückschlägen ließ sich wohl annehmen, daß ein großer Teil der zuerst ausgekrochenen Männchen durch nasse und kalte Tage am Einbohren verhindert wird und irgendwie zu Grunde geht. Zur Aufgabe dieser Erklärungsmöglichkeit wurde ich erst durch die Entdeckung gezwungen, daß *P. chalcographus* beim Juli-Augustschwarm nicht wie im Frühling protandrisch, sondern protogyn ist. Eine Lösung, die für den

Frühlingsschwarm zutrifft, für den Sommerschwarm aber nicht, kann unmöglich richtig sein.

Die Erklärung, die sich auf ein früheres Ausfliegen der Männchen gründete, ist also hinfällig. Es bleibt jedoch noch die Möglichkeit offen, daß die Sterblichkeit der Männchen in den Winterquartieren größer ist als die der Weibchen, daß also die Mehrzahl der Männchen während des Winters in den Fraßgängen zu Grunde geht. Dem steht aber die auf Seite 365 gemachte Feststellung entgegen, daß die Sterblichkeit der Männchen nicht größer als die der Weibchen ist. Weiterhin verbietet eine solche Annahme das stete Gleichbleiben des Geschlechtsverhältnisses während des Winters. Es bleibt zu prüfen, ob die Vogelsche Anschauung, daß sich sämtliche Männchen am Brutgeschäft beteiligen, richtig ist.

Trifft die oben mitgeteilte Erklärung Vogels zu, so ist *P. chalcographus* monogam, nicht, wie allgemein angenommen wird, polygam. Ein Männchen begattet stets nur ein Weibchen und verläßt dann die Rammelkammer, um einem neu eintretenden Pärchen Platz zu machen. Nach meinem Versuchen genügt ein Männchen zur Befruchtung der Eier zweier, wahrscheinlich auch mehrerer Weibchen; eine Notwendigkeit, die Kammer nach der ersten Begattung zu verlassen, besteht also für das Männchen nicht. Das Männchen verläßt auch garnicht nach der ersten Kopula das Brutsystem; ich konnte stets beobachten, daß nach dem Einführen eines Weibchens in das Bohrloch des Männchen, das bisher seinen Absturz nach außen gestreckt hatte, eine Zeit lang unsichtbar blieb. Es lag wahrscheinlich seinen Ehepflichten ob. Dann erschien wieder das Abdomen, manchmal nur kurze Zeit, um Bohrmehl auszuwerfen, manchmal auch längere Zeit unbeweglich: das Männchen versuchte ein neues Weibchen anzulocken. Wird dann ein weiteres Weibchen angesetzt, so beginnt dasselbe Spiel von neuem. Das Männchen kriecht nicht nach der Begattung des ersten Weibchens aus, sondern sucht im Gegenteil neue Weibchen anzulocken. Die Vogelsche Vermutung einer Monogamie des *chalcographus* trifft also nicht zu.

Als Variante des Vogelschen Erklärungsversuches möchte ich noch folgendes hinzufügen: Das Männchen verläßt nicht nach der ersten Kopulation das Brutsystem, sondern lockt im ganzen 3—6 Weibchen an. Nachdem es diese alle begattet hat, ist sein Samenvorrat erschöpft, und es verläßt die Rammelkammer, um einem jüngeren, frischen Männchen Platz zu machen. In diesem Fall wäre *chalcographus* polygam, aber das Befruchtungsbedürfnis der Weibchen wäre größer als der Samenvorrat eines einzelnen Männchens. Diese Erklärung gab Seitner (80) für *Ips typographus*: „Die zuerst von Schewyreuv gemachte, von Hennings nachgeprüfte und dahin ergänzte Beobachtung, daß das Weibchen wiederholt begattet werden muß und nach Ablage von durchschnittlich je 6 Eiern neuerlicher Begattung bedarf, um mit der Eiablage

fortfahren zu können, läßt die Annahme zu, daß die Lebensdauer der geschlechtlich stark in Anspruch genommenen Männchen gegenüber jener der Weibchen eine kürzere sei. Es tritt gewissermaßen vorerst nur die eine Hälfte der Männchen in die Ehe, während die andere Hälfte als „Junggesellen" leben, sich gelegentlich Besuche bei Familien erlauben und vielleicht die schon stark abgebrunfteten Männchen verdrängen, bezw. fehlende ersetzen." Voraussetzung dieser Erklärung ist das für Ips typographus erwiesene Bedürfnis der Weibchen nach wiederholter Begattung. *P. chalcographus* bedarf aber einer mehrmaligen Begattung nicht. Zudem ergaben meine Versuche, daß die Männchen etwa 3 Wochen im Brutsystem verbleiben. Rammelkammern, deren Männchen entfernt worden waren, wurden von an die Rolle gesetzten, frischen Männchen nicht gefunden; in die Bohrlöcher eingeführte Männchen blieben allerdings 10 Tage im Gangsystem; immerhin ist nicht erwiesen, ob im Walde Rammelkammern ohne Männchen eher und leichter von frischen Männchen aufgefunden werden. Es genügen jedoch das Fehlen des Bedürfnisses nach mehrmaliger Begattung sowie das lange Verbleiben der Männchen im Gangsystem, um auch diese Erklärung als nicht zutreffend zu erkennen.

Nach Schewyreuv geschieht bei den polygamen *Pityogenes*-Arten das Reinigen der Muttergänge von Bohrmehl lediglich zu dem Zwecke, den Käfern eine wiederholte Kopulation zu ermöglichen. Bleibt das Bohrmehl im Gange, so können Männchen und Weibchen nicht mehr zusammen kommen; dann nagt sich das Weibchen eine neue Rammelkammer in Gestalt einer Erweiterung des Mutterganges und ermöglicht durch ein Bohrloch nach außen den Besuch fremder Männchen. Barbey (28) bestätigte diese Anschauung durch Beobachtungen an *P. Lipperti* Henschel. Es wäre immerhin möglich, daß auch die überzähligen Männchen des Kupferstechers solche durch Bohrmehl isolierte Weibchen besuchen. Hier fehlt jedoch wiederum die Voraussetzung des wiederholten Begattungsbedürfnisses. Außerdem fehlen die von Schewyreuv, Barbey und Fuchs beschriebenen, bei anderen *Pityogenes*-Arten häufig vorkommenden Erweiterungen des Mutterganges bei *P. chalcographus* nahezu vollständig. Als seltene Ausnahme findet man hin und wieder ein derartiges, rammelkammerähnliches Gebilde. Schließlich liegt ein Beweis dafür, daß die bei *P. bistridentatus* Eichh., *pilidens* Reitt., *Lipperti* Henschel, *quadridens* Hartig und *bidentatus* Hbst. gefundenen Erweiterungen als „supplementäre Rammelkammer" dienen, noch gar nicht vor; Fuchs (38) führt sie auf den Regenerationsfraß der Mutterkäfer zurück.

Die Seitnersche Vermutung, daß ein Anteil der überzähligen Männchen „mit den Altweibchen, die zweitmalig zur Eiablage, also Begründung einer Geschwisterbrut schreiten, in die Ehe eintreten", reicht zur Erklärung nicht aus; bei dem meist bigam lebenden *Ips typographus* ist nur die Hälfte der Männchen, bei *P. chalcographus* aber $^2/_3$—$^5/_6$ „überzählig". Von dieser großen Zahl kann nur ein ganz geringer Prozent-

satz die vielleicht zum zweiten Male brütenden Weibchen begatten, ganz abgesehen davon, daß die schon an der ersten Brut beteiligten Männchen wahrscheinlich auch noch leben, und ihnen außerdem die inzwischen ausgeschlüpften, ersten Jungmännchen Konkurrenz machen.

Alle angeführten Kombinationen erklären nicht das Verbleiben der überzähligen Männchen. Und ich glaube nicht, daß in dieser Frage noch andere Lösungsmöglichkeiten gefunden werden. Es bleibt uns nichts anderes übrig als die Annahme, daß sämtliche Männchen zu Beginn der Brutperiode Rammelkammern anfertigen, daß aber nur wenige sich am Fortpflanzungsgeschäft beteiligen. Die übrigen, „überzähligen" Männchen sterben entweder in ihren Rammelkammern oder außerhalb. Die Beobachtung Simmels (81), der mehrmals in Wacholderästen sterbende *chalcographus*-Männchen fand, ist vielleicht hierzu in Beziehung zu setzen; es soll jedoch keinesfalls behauptet werden, daß sämtliche überzähligen Männchen sich in andere Holzarten, etwa Juniperus, einbohren, um hier zu sterben. Ich möchte die Beobachtung Simmels als eine durch irgendwelche Ursache hervorgerufene, anormale Erscheinung ansehen Möglich ist auch, daß die von Rhumbler (66) in Schlechtwetterfraßgängen gefundenen Männchen solche, ohne Weibchen gebliebenen Junggesellen waren. Jedenfalls glaube ich erwiesen zu haben, daß die „überzähligen" Männchen im Geschlechtsleben des Kupferstechers keine Rolle spielen.

## 8. Anhang. Über die forstliche Bedeutung des Kupferstechers.

Die Beurteilung der forstlichen Bedeutung eines Schadinsekts kann, solange es noch keine statistische Bearbeitung der Waldverheerungen gibt, nur eine subjektive sein. Jeder Forscher kann nur das ihm aus der Literatur Bekannte sowie seine eigenen Erfahrungen zu einer persönlichen Ansicht über die Schädlichkeit des betreffenden Insekts formen. Eine einigermaßen objektive Beurteilung des Schädlichkeitsgrades der verschiedenen Borkenkäferarten kann erst dann erfolgen, wenn einmal alle bekannten Borkenkäferkalamitäten zusammenhängend und statistisch vergleichend behandelt werden. Als Vergleichsmaßstab könnte vielleicht die Festmetermenge des abgestorbenen Holzes bezw. des Zuwachsverlustes dienen. So würde eine zahlenmäßige Grundlage für eine vergleichende Beurteilung gewonnen. Allerdings ist die „Objektivität" dieser Zahlen keine uneingeschränkte. Berücksichtigung muß vor allen Dingen die Entstehungsursache der Kalamität finden; ist die Verwüstung nur von Borkenkäfern verursacht, haben diese also primär gefressen, oder war die Käfervermehrung nur die Folge eines anderen Unglücks, etwa eines Windwurfs oder Nonnenfraßes? Beim Zusammenwirken mehrerer Borkenkäferarten, etwa von *Ips typographus* und *P. chalcographus*, würde weiterhin die Frage entstehen; sind beide Arten an der Verheerung beteiligt, und in welchem Verhältnis steht ihre Schuld zueinander? Und schließlich

können alle statistisch gefundenen Zahlen keine Gewähr dafür geben, daß ein auf Grund dieser Zahlen als verhältnismäßig harmlos angesehenes Insekt in Zukunft einmal katastrophal auftritt. Trotz all dieser Einwände würde eine derartige Statistik für den Forstschutz von außerordentlicher Bedeutung sein; sie würde für die Beurteilung der Schädlichkeit eines Insekts eine Grundlage von höchstmöglicher Objektivität bilden.

Das Folgende sind rein persönliche Ansichten und Gedanken des Verf. über die forstliche Bedeutung des Kupferstechers. Sie sind entstanden beim Lesen der für die vorliegende Arbeit verwandten Literatur, vor allem aber auf Grund von Beobachtungen, die beim Sammeln des für Versuchszwecke notwendigen Materials gemacht wurden. Da Verf. seine Beobachtungen nur in einem verhältnismäßig sehr kleinen Teil Deutschlands anstellen konnte, ist es immerhin möglich, daß die hier dargelegte Anschauung anderwärts gemachten Erfahrungen zuwiderläuft. Dann dürfte der Zweck der folgenden Darlegungen darin bestehen, zur Kritik und zur Veröffentlichung neuer Tatsachen anzureizen, die zur Klärung des bis jetzt noch nicht einwandfrei festgestellten Schädlichkeitsgrades des Kupferstechers beitragen.

Köppen (55) wundert sich, „daß über *Bostrichus chalcographus*, den Ratzeburg als sehr schädlich bezeichnet, aus den ausgedehnten Fichtenwäldern Rußlands keine Klagen laut geworden sind". Während demnach in Rußland der Kupferstecher verhältnismäßig harmlos zu sein scheint, bezeichnen die deutschen Lehrbücher der Forstinsektenkunde ihn durchweg als sehr schädlich. So sagt Ratzeburg 1839: „Hinsichtlich der forstlichen Bedeutung und Begegnung gilt das bei *typographus* Gesagte auch für diese sehr schädliche Art".

Eichhoff (1881) hält den Kupferstecher sogar für noch schädlicher als *typographus*; denn „er fliegt früher im Jahr als *typographus* und beginnt seine Angriffe in den höheren, zur Ernährung wichtigeren Baumteilen, während *typographus* sich meist tiefer unten erst einfindet, wenn die oberen Teile schon kränkeln".

Altum (1871): „Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diese Art, wie alle ähnlich lebenden, zumeist schwächliches, bereits beschädigtes, krankes Holz angreift; eben so wenig aber kann in Zweifel gezogen werden, daß sie zu den erheblich schädlichen Forstkäfern gehört. — Jedenfalls beschleunigt *chalcographus* das Eingehen einer sehr großen Menge von Nadelhölzern. An den oberen Partien älterer Fichten wirkt er völlig so schädlich wie *typographus*. — Vielleicht fliegt auch er den Baum an, wenn derselbe dem größeren Genossen noch zu vollsaftig ist. So würde er dann der Vorläufer von *typographus* und umso schädlicher sein."

Judeich-Nitsche (1895): „Wenn er sich noch nicht allzusehr vermehrt hat, befällt er hauptsächlich kränkelnde oder durch Schneedruck beschädigte Stangenorte. Späterhin geht er an die Äste älterer Bäume und wird im allgemeinen für sich allein nur selten in ausgedehntem

Maße schädlich, beteiligt sich aber an dem Fraß des *T. typographus* L. in den von diesem mehr gemiedenen, dünnborkigen Teilen so stark, und ergänzt dessen verderbliche Tätigkeit so erfolgreich, oder arbeitet ihr sogar häufig vor, daß er zu den sehr schädlichen Borkenkäfern zu rechnen ist."

Nach Løvendal (1898) liegt seine eigentliche Bedeutung darin, daß er wegen seiner größeren Unempfindlichkeit gegen den Harzfluß und durch seinen Angriff im Wipfel des Baumes zum Vorläufer des *typographus* wird.

Barbey (1901): „Oft befällt er zuerst den Gipfel des Baumes, und wenn dieser schon geschwächt ist, siedelt sich dann der Buchdrucker im unteren Teil des Stammes an. Auch kommt es vor, daß er ganz kräftige Fichten angreift und sie zu Grunde richtet. In den Kulturen scheint er bis jetzt nicht geschadet zu haben; hingegen zählt er zu den gefährlichsten Feinden der Fichtenbestände."

Escherich (1923): „In forstlicher Beziehung ist *chalcographus* entschieden zu den sehr schädlichen Borkenkäfern zu zählen. Er bevorzugt die dünne Rinde und nimmt daher mit Vorliebe Stangenhölzer an und in älteren Beständen die oberen Stammteile und die Äste. Doch geht er bisweilen auch starke Fichten an. — Häufig kommt er mit *typographus* vergesellschaftet vor, in der Weise, daß er die Kronenpartie und *typographus* die weiter unten gelegenen Stammregionen befällt. Oft geht der *chalcographus*-Befall dem *typographus* zeitlich voraus, bezw. wird durch ersteren der Baum für letzteren geeignet gemacht."

Nüßlin-Rhumbler (1927): „In bezug auf seine forstliche Bedeutung dürfte sein zeitlicher Vorsprung sowie sein Vorkommen an schwachen Sortimenten und eine gewisse Hinneigung zum Primärfraß, sowie seine große Häufigkeit ins Gewicht fallen. Durch alles dieses ist er zum Vorgänger des *typographus* bei Verheerungen prädestiniert. In Wirklichkeit ist er auch bei solchen einer der hauptsächlichsten und regelmäßigsten Begleiter gewesen. Ihm muß deshalb in Fichtenwaldungen neben *typographus* und *amitinus* die größte Aufmerksamkeit zugewandt werden."

Heß-Beck (1927): „Die Bedeutung des Käfers beruht in seiner Häufigkeit und in seiner Bundesgenossenschaft zu *Ips typographus* und *amitinus*."

*P. chalcographus* kommt, wie wir oben (S. 383ff.) gesehen haben, nur als Feind der Fichte in Betracht, und dieser kann er wieder nur im Stangen- oder Baumholzalter gefährlich werden; nur ein Fall[1]) ist bekannt, daß *chalcographus* Kulturen befallen hat (Henschel, 44), und hier ist sein Auftreten ein ausgesprochen sekundäres, da die von ihm angegangenen 8—12jährigen Fichtendickungen von *Aecidium abietinum* befallen waren,

[1]) Im Nüßlin-Rhumbler, 3. Aufl., S. 327, wird noch ein Fraß des Kupferstechers an 5jährigen Fichtenpflanzen ohne nähere Angaben erwähnt.

und zwar in einer Weise, „daß an mancher Pflanze auch nicht eine gesunde Nadel mehr zu finden war". Henschel bemerkt noch ausdrücklich, daß vor dem Verpilzen von einer Beschädigung der Fichten durch Borkenkäfer fast nichts zu bemerken war. So ist, wie es auch in den oben angeführten Lehrbüchern durchweg geschieht, *chalcographus* als ein für die Kulturen unschädlicher Borkenkäfer anzusehen.

Im Stangenholz wird die Schädlichkeit des Kupferstechers von den meisten Autoren ebenfalls als nicht erheblich angesehen. Der Fraß tritt fast nur sekundär auf. Wenn Altum meint: „Jedenfalls beschleunigt *chalcographus* das Eingehen einer sehr großen Menge von Stangenhölzern, so ist daraus nur zu entnehmen, daß das durch andere Faktoren verursachte Absterben der Bäume durch sekundären Befall von *chalcographus* beschleunigt wird. Daraus ist eine besondere Schädlichkeit nicht abzuleiten; im Gegenteil kann es zuweilen nur vorteilhaft sein, wenn dem Tode geweihte Bäume, statt lange zu kränkeln und doch keinen Zuwachs mehr zu bringen, schnell zum Absterben gebracht werden. Auch Judeich-Nitsche glauben, daß er „hauptsächlich nur kränkelnde oder durch Schneedruck beschädigte Stangenorte" befällt, und daß er im allgemeinen für sich allein nur selten in ausgedehntem Maße schädlich wird. Einzig bei Escherich heißt es ohne irgendwelche Einschränkung, er befiele mit Vorliebe Stangenhölzer. Als Grund wird seine Bevorzugung der dünnen Rinde angegeben (vgl. das oben auf S. 388 darüber Gesagte).

Es will Verf. fast so erscheinen, als ob die bekannte Vorliebe des Kupferstechers für die oberen Partien älterer Bäume, für die „dünnrindigen" Teile, zu der Annahme beigetragen hat, er könne auch in „dünnrindigen" Stangenhölzern schädlich werden. Während in fast allen Lehrbüchern der Forstinsektenkunde Beispiele für großartige Verheerungen des *Ips typographus* zu finden sind, während wenigstens von den größeren Lehrbüchern auch Beispiele für von *chalcographus* in Althölzern verübten Schaden gebracht werden, steht nirgends ein Beispiel von Beschädigungen in Stangenorten. Auch finden sich in der übrigen Literatur zahlreiche Besprechungen von Borkenkäferkalamitäten, die teils von *typographus* allein, teils in Gesellschaft mit *chalcographus* verursacht wurden. Von einem primären Befall des Kupferstechers in Stangenorten hat Verf. nichts gelesen. Ich möchte daher der Ansicht zuneigen, daß *P. chalcographus* auch in Stangenhölzern, wenn nicht unschädlich, so doch kaum schädlich ist.

Als Letztes bliebe der Schaden zu besprechon, den *chalcographus* in Althölzern anrichtet. Wie schon auf S. 385 mitgeteilt wurde, sind mir nur drei Fälle ausschließlichen Befalls von *chalcographus* an älteren Fichten bekannt. Als alleiniger Schädling kommt *chalcographus* auch in Althölzern keine besondere Bedeutung zu. Anders ist es bei seinem Auftreten im Verein mit dem Buchdrucker. Beim gemeinschaftlichen Vorkommen dieser beiden Käfer wird *P. chalcographus* durchweg

die größere Gefährlichkeit zugeschrieben, da er die Bäume zuerst in den Kronen anfallen und durch seinen Fraß für den späteren Befall des *typographus* geeignet machen soll. Allerdings schwärmt *chalcographus* früher im Jahre als *typographus*. Doch ist gegen die obige Ansicht der Einwand zu erheben, daß der allgemein als sekundär angesehene Kupferstecher — nur Løvendal und Nüßlin-Rhumbler schreiben ihm eine „gewisse Hinneigung zum Primärfraß" zu — nun in größerem Maße primär auftreten soll. Eine Kalamität, d. h. ein primärer Befall in ausgedehntem Maße, kann durch die ausgesprochen sekundären *typographus* und *chalcographus* nur nach vorhergegangener Massenvermehrung eintreten. Eine Massenvermehrung kann nur erfolgen bei Vorhandensein einer großen Menge geeigneten Brutmaterials, wie es z. B. ein Windwurf liefert. Eine Massenvermehrung würde auch jede größere Hauung in Fichtenbeständen mit sich bringen, wenn die Stämme nicht durch Entrinden zur Brut ungeeignet gemacht würden, wenigstens für *typographus*. Die Zöpfe, ein Hauptbrutmaterial des *chalcographus*, werden nicht entrindet und bleiben im Walde liegen, wenn nicht in allernächster Nähe des Reviers ein größerer Ort liegt, dessen Einwohner die Gelegenheit, sich auf billige Weise Brennholz zu verschaffen, nicht vorübergehen lassen. So wird nach jeder größeren Hauung dem Kupferstecher Gelegenheit zur Massenvermehrung geboten. Und in der Tat trifft man ihn fast überall in großer Menge an, aber nur an den liegengebliebenen Zöpfen, nicht an lebenden Bäumen primär fressend. Wenn ich für meine Versuche Material haben wollte, brauchte ich nur an eine Stelle zu gehen, wo vor kurzem Fichten gehauen waren, und ich konnte mit ziemlicher Sicherheit damit rechnen, *chalcographus* in großer Menge in den Zöpfen zu finden. Im Heß-Beck heißt es: „Die Bedeutung des Käfers beruht in seiner Häufigkeit." Ich möchte im Gegenteil behaupten, daß gerade seine Häufigkeit ein Zeichen seiner verhältnismäßigen Bedeutungslosigkeit ist. Man stelle sich vor, dem Buchdrucker würde fast jährlich eine solche Gelegenheit zur Massenvermehrung geboten wie *chalcographus*, vielleicht durch Nichtentrinden der gefällten Stämme, dann würde es nicht lange dauern bis sämtliche lebenden Fichten von *typographus* primär befallen wären. *Chalcographus* kann sich jährlich massenhaft vermehren, und dennoch tritt er nur in Gemeinschaft mit *typographus* auf. Ist das nicht ein Zeichen, daß von einem primären Befall des Kupferstechers keine Rede sein kann? Ich glaube nicht, daß der kleine *chalcographus* dem Buchdrucker den Weg bereitet, sondern möchte eher annehmen, daß *chalcographus* nur kränkelnde, bezw. schon von *typographus* befallene Fichten anfliegt.

Im Distrikt 44 der Oberförsterei Gahrenberg sah ich Fichten, in deren unterem Stammteil *typographus* gehaust hatte. Die Bäume waren abgestorben, die Käfer längst ausgeflogen, und die Rinde blätterte ab. Als die Fichten gehauen wurden, fand sich in der Krone *chalcographus*

in Massen vor. *Chalcographus* hatte die Bäume also erst nach dem Befall von *typographus* angeflogen. Nicht nur in diesem, auch in anderen Distrikten fand ich Fichten, die nur von *typographus*, nicht vom Kupferstecher befallen waren. *Chalcographus* hatte also in diesen Fällen die Bäume nicht für *typographus* befallsreif gemacht.

Auch in der Literatur finde ich Bestätigungen meiner Ansicht. So ist in der von Nüßlin beschriebenen Kalamität in Pfullendorf „verheerend nur *typographus* aufgetreten. *Chalcographus* war 1905 sehr selten" (63). Und Kolmodin (55) konnte bei Verheerungen in Schweden „nicht konstatieren, daß der Angriff von *P. chalcographus* in der Krone begonnen wird, vielmehr trat diese Art immer nach *tgpographus* auf". Die letzte Kalamität in Oberösterreich ist von Seitner (80) behandelt worden; *chalcographus* wird gar nicht erwähnt, so daß er wohl auch hier keine Rolle gespielt hat.

All dieses veranlaßt mich, die in den Lehrbüchern ausgesprochene Ansicht, *chalcographus* mache die Althölzer erst für den Befall geeignet, für nicht richtig zu halten. Wenn er aber erst nach *typographus* auftritt, wird sein Schaden in der Regel gleich Null sein. Da oben ferner festgestellt wurde, daß er für Kulturen unschädlich, für Stangenhölzer kaum schädlich ist, kann ich mich der Ansicht der Lehrbücher, *P. chalcographus*, sei eine „sehr schädliche" Art, nicht anschließen.

## Literatur.

a) Für den 2. Abschnitt: Morphologie und Histologie der Geschlechtsorgane.


1. Ballowitz, E., Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen der Insekten. I. Coleoptera. Zeitschr. f. wiss. Zool. 50. 1890.
2. Bütschli, O., Vorläufige Mitteilung über Bau und Entwicklung der Samenfäden bei Insekten und Crustaceen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 21. 1871.
3. — — Nähere Mitteilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 21. 1871.
4. Claus, C., Beobachtungen über die Bildung des Insekteneies. Zeitschr. f. wiss. Zool. 14. 1864.
5. Demandt, C., Der Geschlechtsapparat von *Dytiscus marginalis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 103. 1912.
6. Escherich, K., Anatomische Studien über das männliche Genitalsystem der Coleopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. 57. 1894.
7. — — Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. I. Berlin 1914.
8. Fuchs, G., Morphologische Studien über Borkenkäfer. I. Die Gattungen *Ips* De Geer und *Pityogenes* Bedel. München 1911.
9. Groß, J., Untersuchungen über die Histologie des Insektenovariums. Zool. Jahrb. Abt. Anatomie 18. 1903.
10. Harnisch, W., Über den männlichen Begattungsapparat einiger Chrysomeliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 114. 1915.
11. Heymons, R., Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von *Phyllodromia germanica* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. 53. 1892.
12. Imms, A. D., General Textbook of Entomology. London 1925.
13. Keuchenius, P. E., The structure of the internal Genitalia of some male Diptera. Zeitschr. f. wiss. Zool. 105. 1913.

14. Korschelt, E., Zur Frage nach dem Ursprung der verschiedenen Zellenelemente der Insektenovarien. Zool. Anz. 1885.
15. — — Über die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellenelemente des Insektenovariums. Zeitschr. f. wiss. Zool. 43. 1886.
16. Lindemann, K., Vergleichend anatomische Untersuchung über das männliche Begattungsglied der Borkenkäfer. Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. XLIX. 1875.
17. Mollison, Th., Die ernährende Tätigkeit des Follikelepithels im Ovarium von *Melolontha vulgaris*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 77. 1904.
18. Nüßlin, O., Zur Anatomie und Biologie der Borkenkäfergattung *Cryphalus* 1. Die weiblichen Genitalien. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft 1910.
19. — — Phylogenie und System der Borkenkäfer. I. Teil. Allgemeine Kritik des Wertes der diagnotischen Merkmale. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie 1911/12.
20. Saling, Th., Zur Kenntnis der Entwicklung der Keimdrüsen von *Tenebrio molitor* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. 86. 1907.
21. Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie. Jena. Erscheint seit 1912.
22. Schröder, L., Entwicklungsgeschichtliche und anatomische Studien über das männliche Genitalorgan einiger Scolytiden. Arch. f. Naturgeschichte 68. I. 1902.
23. Stein, Fr., Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.
24. Verhoeff, C., Über das Abdomen der Scolytiden, ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie des Hinterleibes der Coleopteren. Arch. f. Naturgeschichte 62. I. 1896.
25. Wielowiejski, H. v., Zur Morphologie des Insektenovariums. Zool. Anz. IX. 1886.

b) Für die übrigen Abschnitte.

26. Altum, B., Forstzoologie. III. Insekten. 2. Aufl. Berlin 1881.
27. Barbey, A., Die Bostrichiden Central-Europas. Genf-Gießen 1901.
28. — — Beobachtungen über die Borkenkäfer der Seestrandkiefer. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906.
29. Beck-Hausrath, Forstschutz. In Loreys Handbuch der Forstwissenschaft. 4. Aufl. Tübingen 1925/26.
30. Chapman, T. A., Observations on the habits and transformations of *Hylesinus crenatus*, *H. fraxini* and *H. vittatus*. The Entomologist's Monthly Magazine V. 1868/69.
31. Eckstein, K., Forstzoologie. In Loreys Handbuch der Forstwissenschaft. 4. Aufl. Tübingen 1925/26.
32. Eggers, Verbreitung und Lebensweise einiger europäischer Borkenkäfer. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906.
33. Eichhoff, W., Die europäischen Borkenkäfer. Berlin 1881.
34. — — Über die jährlich wiederholten Fortpflanzungen der Borkenkäfer. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1889.
35. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 2. Berlin 1923.
36. Ferrari, J. A., Die forst- und baumzuchtschädlichen Borkenkäfer. Wien 1867.
37. Fuchs, G., Die Borkenkäfer Kärntens und der angrenzenden Gebiete. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft 1905. Nachtrag, ebenda 1906.
38. — — Über die Fortpflanzungsverhältnisse der rindenbrütenden Borkenkäfer. München 1907.
39. Hennings, C., Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. I. *Tomicus typographus* L. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
40. — — Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. II. Das Befruchtungsbedürfnis der Borkenkäferweibchen. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
41. — — Beiträge zur Kenntnis der die Insektenentwicklung beeinflussenden Faktoren. Biol. Centralblatt 1907.

42. Hennings, C., Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. III. Kleinere Beiträge zur Generationsfrage und Mitteilungen über die Borkenkäfersaison 1907 in und bei Karlsruhe. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1908.
43. — — Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. IV. Generationsverhältnisse und Fraßformen. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1908.
44. Henschel, G., Entomologische Beiträge. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1878.
45. — — Die schädlichen Forst- und Obstbauminsekten. 3. Aufl. Berlin 1895.
46. Heß-Beck, Forstschutz. 5. Aufl. 1. Bd. Schutz gegen Tiere, von M. Dingler. Neudamm 1927.
47. Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wien 1895.
48. Kleine, R., Die europäischen Borkenkäfer und ihre Nahrungspflanzen in statistisch-biologischer Beleuchtung. Berliner Entom. Zeitschr. 1908.
49. Knoche, E., Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer. Forstw. Centralbl. 1900.
50. — — Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer. Forstw. Centralbl. 1904.
51. — — Fortpflanzungsverhältnisse bei Borkenkäfern. Forstw. Centralbl. 1907.
52. — — Über Methodik in der Borkenkäferforschung. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
53. — — Borkenkäferbiologie und Borkenkäfervertilgung. Forstw. Centralbl. 1908.
54. Koch, R., Versuche über den Einfluß der Leinwandsäcke bei künstlichen Borkenkäferzuchten. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906.
55. Kolmodin, G., Grantorkan och barkborren. (Die Fichtentrocknis und der Fichtenborkenkäfer.) Norrlands Skogsvardsförbunds Tidskrift 1915. Schwedisch. Zitiert nach dem Referat von J. Trägårdh in der Zeitschr. f. angew. Entom. 1916.
56. Köppen, Fr. Th., Die schädlichen Insekten Rußlands. St. Petersburg 1880.
57. Lindemann, K., Beiträge zur Kenntnis der Borkenkäfer Rußlands. I. Über *Tomicus chalcographus* L. und *T. xylographus* Sahlb. II. *Cryphalus alni*, eine neue Spezies. Bull. d. l. Soc. Imp. d. Nat. d. Moscou. XLIX. 1875.
58. — — Neue Beiträge zur Kenntnis der Borkenkäfer Rußlands. I. Einiges über die Lebensweise des *Tomicus typographus*. II. Über *Tomicus chalcographus* L. Deutsche Entom. Zeitschr. 1881.
59. Løvendal, E. A., De Danske Barkbiller. Kjøbenhavn 1898.
60. Meier, A., Ungewöhnliches Vorkommen von *Bostrichus chalcographus* und *Hylesinus minimus*. Monatsschr. f. d. Forst- u. Jagdwesen 1866.
61. Nördlinger, Lebensweise von Forstkerfen. 2. Aufl. Stuttgart 1880.
62. Nüßlin, Über normale Schwärmzeiten und über Generationsdauer der Borkenkäfer. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1882.
63. — — Der Fichtenborkenkäfer *Tomicus typographus* L. im Jahre 1905 in Herrenwies und Pfullendorf. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1905/06.
64. — — Aus dem Leben der Borkenkäfer. Verh. d. naturw. Vereins in Karlsruhe 1906.
65. — — Einmalige oder wiederholte Begattung bei Borkenkäfern, insbesondere bei *Ips typographus* L. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
66. Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde. 4. Aufl. Berlin 1927.
67. Pauly, A., Über die Generation der Bostrychiden. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1888.
68. — — Erwiderung auf Eichhoffs Artikel „Über die jährlich wiederholten Fortpflanzungen der Borkenkäfer". Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1889.
69. — — Borkenkäferstudien. II. Über die Brutpflege und jährliche Geschlechterzahl des Riesenbastkäfers *Hylesinus micans* Ratz. Forstl. nat. Zeitschr. 1892.
70. Ratzeburg, J. T. C., Forstlich-naturhistorische Bemerkungen, gesammelt auf einer Reise in den Harz im Herbst 1832. Kritische Blätter, herausg. v. W. Pfeil. Leipzig 1833.
71. — — Die Forstinsekten. I. Teil. Die Käfer. 2. Aufl. Berlin 1839.
72. — — Die Waldverderbnis. I. 1866.
73. — — Die Waldverderber und ihre Feinde. 6. Aufl. Berlin 1869.

74. Redtenbacher, L., Fauna austriaca. Die Käfer. 2. Aufl. Wien 1858.
75. Reitter, E., Bestimmungstabelle der Borkenkäfer. Beiheft d. Wiener Entom. Zeit. 1913.
76. Ritzema Bos, J., Tierische Schädlinge und Nützlinge. Berlin 1891.
77. Schewyreuv, I., L'énigme des Scolytiens. St. Petersburg 1905. Russisch. Zitiert nach dem deutschen Referat von N. v. Adelung im Zool. Zentralbl. 1905 und nach Hennings 1907 (39).
78. Schwerdtfeger, F., Geschlechtsverhältnis und Fortpflanzungsbiologie rindenbrütender Borkenkäfer. Forstarchiv 1925.
79. — — Äußere Geschlechtsmerkmale bei *Pityogenes chalcographus* L. Ent. Blätter 1926.
80. Seitner, M., Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus*. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen 1923.
81. Simmel, R., Aus meinem forstentomologischen Tagebuche. I. *Juniperus communis* als Sterbequartier verschiedener Borkenkäfermännchen? Ent. Blätter 1918.
82. Stilantjew, A., Zur Biologie der Borkenkäfer. 1891. Zitiert nach Hennings 1907 (39).
83. Trägårdh, I., Untersuchungen über einige schädliche Forstinsekten in Schweden. Vorläufige Mitteilung. I. Untersuchungen über die Kiefernmarkkäfer *(Myelophilus)*. Zeitschr. f. angew. Entom. 1919.
84. Trédl, R., Nahrungspflanzen und Verbreitungsgebiete der Borkenkäfer Europas. Ent. Blätter 1907.
85. — — Notizen über Flugzeiten der Borkenkäfer. Ent. Blätter 1908.
86. Vogel, R., Geschlechtsverhältnis und Fortpflanzungsbiologie rindenbrütender Borkenkäfer. Silva 1925.
87. Wachtl, F. A., Über die Polyphagie der Tomicidengruppe aus der Familie der Scolytiden. Centrbl. f. d. ges. Forstwesen 1876.
88. — — Die krummzähnigen europäischen Borkenkäfer. Wien 1895.
89. Will, J., Die wichtigsten Forstinsekten. 2. Aufl. von M. Wolff und A. Krauße. Neudamm 1922.
90. Wimmer, E., Die Lehre vom Forstschutz. Berlin 1924.

# Neue Literatur.

Eingesandt von Februar bis Juli.

**Abderhalden, Emil,** Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX. Teil 3, Heft 3. (Darin Federley Harry, Methoden zur Erforschung der Vererbung bei den Lepidopteren.) Berlin, Urban u. Schwarzenberg, 1929. Preis Rm. 10.—.

**Achundow, Js.,** Die Modifikation der Anophelen unter den äußeren Bedingungen und kritische Betrachtungen der Rassenfrage. — Arch. f. Schiffs- u. Trop.-Hyg. 1928.

**Acqua Camillo,** Les maladies du ver a soie (Crasserie et dysenteries) par A. Paillott et nos études sur le même sujet. — Ascoli Piceno 1929.

**Adler S. and Theodor O.,** The Behaviour of Cultures of *Leishmannia* sp. in *Phebotomus papatasii*. — An. trop. Med. and Paras. 1927.

**Adler S. and Theodor O.,** The Transmission of *Leishmannia*. — Ebenda.

**Andres, A.,** Description du *Zophosis dakhensis* n. sp. d'Egypte. — Bull. Soc. Ent. d'Egyte. 1929.

**Andres, A.,** Révision des espèces égyptiennes du genre *Ocnera*. — Bull. Soc. R. Ent. d'Egypte. 1929.

**Andres, A.,** Note sur *Gratidia aegyptiaca* Gray. (*Orthopt.*) — Bull. Soc. R. Ent. d.Egypte. 1929.

**Bachmann, Max,** Spaziergänge eines Naturbeobachters. II. Bei den Weidengewächsen. — München A. Huber, 1928. (165 S. 12 Taf.)

**Baranoff, N.,** Studien an pathogenen parasitischen Insekten I. — Die jugoslavischen Arten der Tachinidengruppe *Echinomyia*. — Instit. f. Hyg. u. Schule f. Volkgesundh. Zagreb 1929.

**Bauer,** Reblausbekämpfung und Rebveredelung in der Pfalz nach dem Stande von 1928. — Pfalzwein 1929.

**Bayer, Ch. G. Fr. H.,** Over de Biologie van *Pseudococcus adonidum* (L.) Westw. — Leiden 1929. (144 S.)

**Beling, Ing.,** Über das Zeitgedächtnis der Bienen. — Zeit. f. vergl. Phys. IX. 1929. (78 S. 28 Tab.)

**Bishara Ibrahim Eff,** Preliminary Experiments with Dusting and Spraying against Insect Pests of Cotton. — Min. Agr. Egypt. Bull. Nr. 77, 1928.

**Blackmann, M. W.,** The Genus *Pityophthorus* Eichh. in North America. A Revisional Study etc. (158 S. 11 Taf.) — Bull. New York St. Coll. Forestry. Vol. I. 1928.

**Blackmann, M. W.,** Notes on *Miracinae*, with Desciptrions of 12 new Species. — Bul. New York St. Coll. Forestry. Vol. I. 1929.

**Blunck, H.,** Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 39. 1929.

**Blunck, H., Bremer, H,** und **Kaufmann O.,** Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Pz.), 9. u. 10. Mitteil. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII H. 2.

**Blunck, H.**, und **Klynstra, B. H.**, Die Kennzeichen der Jugendzustände in Deutschland und Holland vorkommender *Dytiscus*-Arten. — Zool. Anz. 1929.

**Bodenheimer, F. S.**, Eine kleine Cocciden-Ausbeute aus Griechenland. — Konowia 1928.

**Bodenheimer, F. S.**, Contributions towards the knowledge of the Citrus insects in Palestine. — The Palest. Citrograph. Vol. I. 1928.

**Bodenheimer, F. S.**, Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. — Biol. Centrlbl. 48. Bd. 1928.

**Bodenheimer, F. S.**, und **Schenkin, D.**, Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten. 1. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. — Zeitschr. f. vergl. Physol. VIII. 1928.

**Borchers**, Die Flugzeugbestäubung vom industriellen Standpunkt. Der deutsche Forstwirt. 1929.

**Brammana, L.**, Beispiele der schädlichen Einwirkung der Waldgärtner (*Myelophilus*) und ihre Bedeutung für die Frage der Entrindung der Stöcke. — Riga 1928. (Lettisch mit deutschem Resume.)

**Bremer, H.**, siehe Blunck.

**Bremer, H.**, Beitrag zur Epidemiologie der Rübenfliegen-Kalamität. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. 1929.

**Bremer, H.**, Zur Methodik epidemiologischer Untersuchungen von Getreidefliegenkalamitäten. — Anz. f. Schädlingskde. 1929.

**Burke, H. E.**, The pacific flathead borer (*Chrysobothris mali* Horn). U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. Nr. 83, 1928.

**Butovitsch, V. v.**, Neuere russische Forstentomologische Literatur. — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1928.

**Butovitsch, V. v.**, Studien über die Morphologie und Systematik der paläarktischen Splintkäfer (70 S. mit 8 Taf. u. 9 Abb.). — Stett. Ent. Zeit. 1929.

**Conrad, Alb.**, Gesamtdarstellung der Eulenfraßkatastrophe 1922 u. 1923 und ihrer Folgewirkungen im Staatsforstgebiet des Regierungsbezirkes Allenstein. — Zeit f. Forst- u. Jagdw. 1929.

**Crystal, R. N.**, The *Sirex* woodwasps and their Parasites. — Emp. Forest. Jour. 1928.

**Crystal, R. N.**, The *Sirex* wood-wasps and their importance in Forestry. — Bull. Ent. Res. XIX. 1928. London.

**Crystal, R. N.**, and **Myers, J. G.**, Natural Enemies of *Sirex cyaneus* F. in England and their life history. — Bull. Ent. Res. XIX. 1928. London.

**Dampf, A.**, Experimento sobre el use de Carbonato de Cobre para proteger al Maiz. — Bol. Mens. 1928.

**Dampf, A.**, La semillas brincadoras de Mexiko. — Ebenda.

**Dampf, A.**, Informe sobre su participacion en el IV. Congr. Internac. de Entomologia. — Ebenda.

**Deutscher Pflanzenschutzdienst**, Mittel gegen Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Unkräuter. — Merkblatt Nr. 8 (2. Aufl.) 1929.

**Dotterweich, H.**, Beiträge zur Nervenphysiologie der Insekten. — Zool. Jahrb. 1928. (50 S.)

**Eidmann, H.**, Die Koloniegründung von *Formica fusca L.* nebst Untersuchungen über den Brutpflegeinstinkt von *Formica rufa L.* — Zool. Anz. (Wasmann-Festband) 1929.

**Emden, Fr. van**, Vier neue Carabiden des Museums f. Tierkunde zu Dresden. — D. Ent. Z. 1928.

**Emden, Fr. van**, Die verwandtschaftliche Stellung von *Euxestus* nebst Beschreibung neuer Arten der Gattung. Tijdskr. v. Ent. 1928.

**Emden, Fr. van**, Die Larve von *Phalacrus grossus* Er. und Bemerkungen zum Larvensystem der Clavicornia. — Ent. Bl. 1928.

**Emden, Fr. van**, Zwei neue *Eptacus* aus Syrien (Col. Curc.) — Ent. Bl. 1928.

**Emden, Fr. van.** Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensgeschichte des Malvenflohkäfers *(Podagrica fuscicornis L.)* — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1929.

**Enslin**, E., Entomologische Streifzüge in Palästina. — Ent. Jahrb. 1929.

**Enslin**, E., Erinnerungen an Ungarn. — Ent. Jahrb. 1927.

**Farbotko**, **Josef**, Beitrag zur Kenntnis der Panorpatenfauna des nordöstlichen Polens. — Soc. Sc. et Lettres de Vilno 1929.

**Farbotko**, **Josef**, Materalien zur Kenntnis des Genitalapparates der Panorpaten. — Ebenda 1929.

**Federley**, **Harry**, Methoden zur Erforschung der Vererbung bei den Lepidopteren. In Abderhaldens Handbuch. 1928.

**Fischel**, **Werner**, Wachtum und Häutung der Spinnen. I. Mitteilung: Studium an retitelen Spinnen. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 133. Bd. 1929. (29 S. 2 Taf.)

**Fischer**, **W.**, Tätigkeitsbericht der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer Hannover über das Jahr 1928.

**Flaas**, **D. van der**, Bemerkungen über den Bau und der Haut bei den Raupen von *Antherea pernyi G*uer. — Nowotscherkassk 1929.

**Flos**, **M.**, Was können wir gegen den Kiefernspanner tun? — Berlin 1929.

**Frickhinger**, **H. W.**, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Schädlingsbekämpfung. — D. staatl. geprüf. Desinfektor. 1928. —

**Frickhinger**, **H. W.**, Neues zur Winterspritzung der Obstbäume. — Württ. landw. Genoss. Blatt, 1929 (1. Mai).

**Frisch**, **K. v.**, Eröffnungsansprache. — Verhdl. d. Zool. Ges. 1928.

**Frisch**, **K. v.**, Die biologische Blumenfarbe und Blütenduft. — Natur u. Museum. 1928.

**Frisch**, **K. v.**, Versuche über den Geschmackssinn der Bienen. — D. Naturwiss. 1929.

**Fulmek**, **Leop.**, Giftigkeitsunterschiede gebräuchlicher Arsenmittel. — Fortschr. d. Landw. 1929.

**Geßner**, **Alb.**, Prüfung von Rebschädlingsbekämpfungsmitteln im Jahr 1928. — Weinbau u. Kellerw. 1929.

**Goetsch**, **W.**, Untersuchungen an Getreide sammelnden Ameisen. — D. Naturw. 17. 1929.

**Graham**, **Sam. A.**, and **Bauhofer. L. G.**, The pine tip moth in the Nebraska National Forest. — Jour. Agr. Res. 1927.

**Gram**, **Ernst**, **Jorgensen**, **C. A.**, **og Rostrup Sof.**, Oversigt over Sygdomme hos Landbrugets og Haverbrugets kulturplanter i 1927. — Tidsskr. for Planteavl 1928.

**Gussew**, **V. J.**, Nützliche Insekten, die auf mit Borkenkäfern besiedelten Bäumen vorkommen. — Mitt. Leningrader Forstinstitut. 1926.

**Gussew**, **V. J.**, Der Maikäfer in den Kiefernbeständen des Stawropoler Rayons. 1929.

**Hartzell**, **Alb.**, Tolerance of different species and varieties of Plants to Naptalene vapor. — Journ. Ec. Ent. 1929.

**Hase**, **Albrecht**, Zur pathologisch-parasitologischen und epidemiologisch-hygienischen Bedeutung der Milben, insbesondere der *Tyroglyphinae* (Käsemilben), sowie über den sogenannten „Milbenkäse". — Zeitschr. f. Parasit. 1. Bd. 1929 (56 Seit.).

**Hase**, **Albrecht**, Über die Wirkungen der Stiche blutsaugender Insekten. — Münch. med. Woch. 1929.

**Hase**, **Albrecht**, Durch Quarzlichtbestrahlung erzwungene Pigmentveränderungen bei Insekten (Schlupfwespen). — Arch. f. Derm. u. Syphilis. 1929.

**Hawkins**, **J. H.**, Wireworms affecting, Maine Agriculture. — Maine Agr. Exp. St. Bull. 343.

**Hazelhoff**, **E. H.**, Carbon Dioxid a Chemical accelerating the Penetration of Respiratory Insecticides into the Tracheal System by Keeping open the Tracheal Vaves. — Journ. Eco. Ent. 1928.

**Hazelhoff**, **E. H.**, Biologische Bestrijding van insektenplagen met behulp van inheemsche parasiten. — Handel v. het vijfde nederl. Naturw. Congress. 1928.

**Hazelhoff**, **E. H.**, Methoden ter repaling van topboorderaantasting an topboorderschade. — Arch. v. Suikerindustr. Ned. Indie. 1929.

**Hazelhoff, E. H.**, Biological Control of *Oregma lanigera* in Java. — Third Conf. Intern. Soc. Sugar Cane Tech. Java 1929.

**Hazelhoff, E. H.**, Determining the damage done to Sugar-cane in Java by the white Top-Borer and the striped Stalk-Borer. — Ebenda.

**Hazelhoff, E. H.**, Mechanical Control of the white Top-Borer of Sugar Cane in Java. — Ebenda.

**Hazelhoff, E. H.**, Insect pests of Sugar Cane in Java. — Ebenda.

**Hecht, Otto**, Über Insektenstiche. — Dermat. Wochenschr. 1929.

**Herold, W.**, Weitere Untersuchungen über die Methode der Zeitflüge. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 1929.

**Herold, W.**, Beitrag zur Kenntnis der Trichonisciden I. — Zool. Jahrb. Bd. 57. 1929.

**Heß-Beck**, Forstschutz. 5. Aufl. II. Bd. Schutz gegen Menschen, Pflanzen, atmosphärische Einflüsse und Flugsand. Von Prof. Dr. Borgmann und Prof. Dr. Funk. Lieferung 1 bis 3. Verlag Neumann-Neudamm. Preis jede Lief. Rm. 4.—

**Heymons, R., u. Lengerken, H. v.**, Studien über die Lebenserscheinungen der *Silphini* (Coleopt.) IV. *Blitoph. opaca* L. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 14. 1929.

**Heymons, R., u. Lengerken, H. v.**, Biologische Untersuchungen an coprophagen Lamellicorniern. I. Nahrungserwerb und Fortpflanzungsbiologie der *Scarabaeus* L. — Ebenda.

**Hood, Cl. E.**, Fish Oil as an adhesive in lead-arsenate sprays. — U. S. Dep. of. Agr. Tech. Bull. Nr. 111. 1929.

**Horn, Walther**, Über den musealen Mißbrauch mit Insekten-„Typen". — X. e Congr. intern. Zool.

**Horn, Walther**, Über die Not der Entomo-Bibliographie. — Ebenda.

**Ilijnski, A.**, Der Kiefernspinner *(Dendrol. pini)*, sein Leben u. die Bekämpfungsmethoden im Walde. — Kiew 1928. (Russisch).

**Insecta Matsumurana**. Vol. III. Nr. 2 u. 3 (März 1929).

**Jeschikov, J.**, Zur Frage über die Entstehung der vollkommenen Verwandlung. — Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontog. 1929.

**Kalandadze, I.**, Materialien zu der Fauna und Biologie der Stechmücken in der S. S. R. Georgien. — Tiflis 1829.

**Kalshoven, L. G. E.**, Massaal afsterben van walikockoen-boomen door den zigzagboorder *(Buprestis)*. — Tectona 1929. (Mit 8 Taf.)

**Kalshoven, L. G. E.**, De beschadigingen, ziekten en plagen van de djatibosschen ob Java. Tetona 1929.

**Kamner, Alfr.**, Die Maikäferschwarmjahre in Siebenbürgen. — Ver. Natur. 1929.

**Kaufmann, O.**, siehe Blunck.

**Kaufmann, O.**, Geschichte des Rübenfliegenbefalls in Schlesien im Jahre 1928. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. 1929.

**Kaufmann, O.**, Stand der Rübenfliegenfrage im Jahre 1928. — „Zuckerrübenbau" 1929. H. 6.

**Klauw, C. J. van der**, Technische of biologische bestrijding van den Plagen der Culturgewassen? Een kwestie van economische Zoologie of ook een zaak van Wereldbeschouing? — De Smidse. 1929.

**Klimesch, Josef**, Forstliche Bibliographie. Wien 1929.

**Kossobuzkij, M. J.**, Die „Wintersaateule" *(Euxoa segetum)* in der Kasanschen Republik. — Ishewsk 1928. (Russisch).

**Kuntze, R.**, und **Poluszynski, G.**, Genetische Analyse der Färbungsvariabilität des Kiefernspinners *(Dendrol. pini* L.). — Bull. Ac. Pol. 1928.

**Lauterborn, E.**, Die Anfänge der Forstzoologie in Baden. II. u. III. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.

**Maag, R.**, Baumbespritzung zur Bekämpfung von Insektenschädlingen und Pilzkrankheiten. — Zürich 1929. Preis Frs. 2.—.

**Maine**, Maine Agr. Exper. Station. Bull. 340—346. Oronto, 1928.

**Marcu, Orest**, Zur Ökologie von *Pyrrhydium sanguineum* L. (Col.). — Verh. u. Mitt. Siebenbürg. Ver. f. Nat. 1928.

**Menzel, R.**, De Plagen van de Thee in Nederlandsch-Indie (Java en Sumatra) en hare bestrijding. — Batavia 1929. (66 S. u. 40 Taf.)

**Merkenschlager, F.**, Oscar Loew, zu seinem 85. Geburtstag am 2. April 1929. — Angew. Bot. XI. 1929.

**Mexiko.** Boletin Mensual. Organo de la Oficina para la Defensa Agricola Bd. II. Nr. 10 11 u. 12.

**Mexiko.** Memorra de los trabajos por la Oficina Federal para la Defensa Agricola. — 1928 (140 S.)

**Mikroskopie für Naturkunde.** Schriften der freien Vereinigungen von Freunden der Mikroskopie. VII. Jahrg., H. 3. Berlin (Bermühler) 1929.

**Mississippi.** The Quart. Bull. of the State Plant Board. Vol. 8 Nr. 3 (1928) u. Nr. 4 (1929), Vol. 9 Nr. 1.

**Mokrzecki, S.**, Die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Forstentomologische Monographie. (131 Seit. 15 Abb.). — Polnisch. Warschau 1928.

**Montana Insect Pests** for 1927 u. 1928. 22. Report of the State Entom. Bull. 216. Montana 1929.

**Montana.** The Montana State Board of Entomology. — 1927—1928.

**Mordwilko, A.**, Geoica Hart and its anolocyclic forms. Cpt. Rend. Ac. Sc. de l'U.R.S.S. 1928.

**Mordwilko, A.**, Die anolozyklischen Pistazien-Blattläuse und die Verbreitung der Pistazien in der Tertiärzeit. Cpt Red. Ac. Sc. de l'U.R.S.S. 1929.

**Mordwilko, A.**, Anolocyclic elm aphids *Eriosoma* and the distribution of elms during the tertiary and glacial periods. — Cpt. Rd. Ac. Sc. de l'U.R.S.S. 1929.

**Morstatt**, Die jährlichen Ernteverluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge und ihre statistische Ermittlung. — Ber. über Landw. 1929.

**Müller, Karl**, VIII. Jahresbericht des Bad. Weinbauinstitutes in Freiburg i. Br. — Freiburg 1929. (67 S.)

**Müller, K. O.**, Phytopathologie. In: Oldenburg, Sechs Monate Aufbauarbeit in der Türkei. 1929.

**Naturforscher, Der**, (vereint mit Natur und Technik). Herausgegeben von Walther Schoenichen. Jahrg. 1928/29. H. 11. — Berlin (Bermühler).

**Ohlers, H.**, Forsog med Rygning med forskellige Nicotin-Midler i Vaeksthuse. — Gartner Tids. Kopenhagen 1928.

**Patch, E. M.**, The Foxglove Aphid on Potato and other Plants. (*Myzus pseudosolani* Theob.). — Maine Agr. Exp. St. Bull. 146. 1928.

**Phipps, C. R.**, The Black Army Cutworm. A Blueberry Pest. (*Agrotis fennica* Tausch). — Maine Agr. Exp. St. Bull. 340. 1928.

**Phipps, C. R.**, The Chain- dotted Measuring Worm. A Blueberry Pest. (*Cingilia catenaria* Dr., Geom.). — Maine Agr. Exp. St. Bull. 345. 1928.

**Prosorow, S. S.**, Die Brandflächen in Kiefernbeständen als Ansteckungsherd. — Mitt. Forstl. Versuchswesen Sibir-Omsk 1929.

**Prüffer, Jan**, Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Lepidopterenfauna des nord-östlichen Polens. (Polnisch). — Soc. Sc. et. Lettres de Vilno 1929.

**Prüffer, Jan**, Observations et experiences sur la vie sexuelle du ver à soi (*Bombyx mori*). — Polnisch m. franz. Res. — Ebenda.

**Prüffer, Jan,** On the innervation of the frenulum of Lepidoptera. — Ebenda.

**Reinhold,** Die amerikanischen Forsten und Forstprodukte. — Forstw. Centralbl. 1928.

**Rettich**, Das Auftreten schädlicher Insekten in Baden im Jahr 1928. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.

**Rettich**, Das Auftreten der Kieferbuschhornblattwespe (*Loph. pini* L.) in Baden 1928. — Silva 1929.

**Ripper, W.**, Die Raupe der Kohlschabe (*Plutella maculipennis* Curi.). — Zeitschr. f. wiss. Insekt. Biol. 1928.

**Ripper, W.**, Über die systematische Bedeutung der Stellung primären Borsten bei Lepidopterenlarven. Verh. Zool.-Bot. Ges. 1928.

**Ripper, W.**, Die Puppen der Knospenwickler. — Zeitschr. Österr. Ent. Ver. 1929.

**Roark, R. C.**, Review of U. S. Patents relating to Pest Control. Vol. I. 10—12, Vol. II 1—3. U. S. Dep. Agr. 1928.

**Rörig, E.**, Vogelschutz. Flugblatt Biol. Reichsanst. Nr. 67 (2. Aufl.) 1928.

**Rostrup, Sofie**, Krusesygeangreb i Korsblomstrede Planter i 1926 og 1927. Tids. f. Planteavl 1928 (Attacks of Leaf-Curl on Crucifers in Denmark).

**Ruzicka**, Erfahrungen über die Nonne (*Liparis monacha*), gewonnen und gesammelt bei ihrem Fraße in Böhmen und Mähren in den Jahren 1917 bis 1923. (Referat für den internationalen Forstkongreß in Rom 1926. — Vom Autor aus der tschechischen Sprache ins Deutsche übersetzt und ergänzt. Prag 1928.)

**Sasaki, Chujiro**, Notes on a new *Chironomus*. — Proc. Imp. Acad. IV. 1928.

**Schimitschek, Erw.**, Moderne Bekämpfung forstlicher Schädliche. — Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1929. H. 1.

**Schmidt, Martin**, Schädliche Spinnerraupen an Garten-, Park- und Straßenbäumen. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 6. 1928.

**Schmidt, Martin**, Motten- und Wicklerraupen an Obstbäumen. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 50. 1929.

**Schröder, Chr.**, Handbuch der Entomologie. 41. Lief. (Bd. II. Bogen 80—89). Schlußlieferung. Jena (Gustav Fischer) 1929. Preis Rm. 6 50.

**Schuster, Julius**, Linné und Fabricius. Zu ihrem Leben und Werk. Drei Faksimiles mit einem Nachwort über das natürliche System. — München (Verlag der Münchener Drucke) 1928. Preis Rm. 4.—.

**Schwartz, G.**, Die Hauptstelle für gärtnerischen Pflanzenschutz im Jahre 1928. — Sächs. Gärtnerbl. 1929.

**Seitner, M.**, *Chortophila laricicola* Karl, die Lärchenzapfen und Samenfliege und ihre Feinde, Parasiten, und Räuber. — Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1929.

**Speyer, W.**, Der Apfelblattsauger *Psylla mali* Schmidt. — Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 1. Berlin (J. Springer). Preis Rm. 9.—.

**Takahashi, R.**, Coccidae of Formosa (2). — Trans. Nat. Hist. Formosa XVIII. 1928.

**Takahashi, R.**, Observations on the *Coccidae* of Formosa. — Dep. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa. 1929. (82 Seit.).

**Takahashi, R.**, Notes on some Formosan *Aphididae*. — Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa XIX. 1929.

**Technical and Scientific Service.** Bull. Nr. 82, 1929. Bee-Keeping in Palestine and Egypt Compared. June, 1927. By J. E. M. Mellor.

**Thomann, H.**, Der graue Lärchenwickler *(Semasia diniana* Gn.) — Jahrb. nat. Ges. Graubünden LXVI. 1929. (44 Seit. 3 Taf.).

**Tomczyk, Viktor**, Beitrag zur Kenntnis von *Oscinis frit* L. in der Umgebung von Wilno in den Jahren 1925 und 1926. — Soc. Sc. et Lettres de Vilno. Tome V. 1925. (Polnisch m. deutschem Resumé).

**Topi, Mario**, Der Kampf gegen die Gallenreblaus. (Veröffentl. durch Weinbaudirektor Bauer). — Wein und Rebe 1929.

**Trägårdh, Ivar**, Studies on the Fauna of the soil in swedish forests. Stockholm 1928. (Schedisch m. engl. Resumé).

**Trägårdh, Ivar**, Untersuchungen über den großen braunen Rüsselkäfer und dessen Bekämpfung. — Medd. Stat. Skogsfors. Häfte 25. 1929.

**Vitomskij, N.**, Beitrag zur Kenntnis von *Eccoptogaster morawitxii*. — Sem. Rev. Russe d'Ent. XXII. 1928.

**Voelkel, H.**, Zur Methode der Bekämpfung der Forstschädlinge durch Bestäubung vom Flugzeug aus. — Forstw. Centralbl. 1929.

**Voelkel, H.**, Methoden zur Prüfung vonP flanzenschutzmitteln. II. Die Bestimmung der Haftfähigkeit von Stäubemitteln. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. H. 3.

**Tierwelt Deutschlands** und der angrenzenden Meeresteile. Herausgegeben von Fr. Dahl. 14. Teil: Schmetterlinge oder Lepidoptera. II. Nachtfalter (Heterocera): Macrolepidoptera. Von Max Gaede. 333 Seit. u. 197 Abb. im Text. Jena (Gustav Fischer) 1929. Preis Rm. 22.—

**Weber, Herm.**, Kopf und Thorax von *Psylla mali* Schmidt. — Eine monographische Studie. Mit 35 Abb. — Zeitschr. f. Morph. und Ökol. 14. Bd. 1929.

**Weinland, Das**, Zeitschrift für Kellertechnik und Weinbau. 1. Jahrg. Hauptschriftleitung: Dr. Fritz Zweigelt. — Wien 1929.

**Wellenstein, G.**, Waldameisen und Forstschutz. — D. Deutsche Forstwirt. 1929. Nr. 31.

**Weyer, Fr.**, Untersuchungen über die Keimdrüsen bei Hymenopteren-Arbeiterinnen. — Zeitschr. f. wiss. Zool. 131 Bd. 1928.

**Wiesmann, R.**, Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Obstmade (*Carpocapsa pomonella* L.) in den Jahren 1926/27. — Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinb. 1927.

**Wiesmann, R.**, Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Apfelblütenstechers, *Anthonomus pomorum* L. — Ebenda 1928.

**Wille, J.**, Die wichtigsten tierischen Schädlinge des Kopfsalates. — Flugbl. Nr. 97 der Biol. Reichsanst. 1928.

**Wille, J.**, Über die Vertilgung von Wanzen und anderem Ungeziefer im Gebäuderäumen. Gesundheits-Ingen. 51. Jahrg. 1928.

**Wille, J.**, Schädlinge des Salatsamenbaus und ihre Bekämpfung. — Anz. f. Schädlingskunde. 1929.

**Wille, J.**, Schädlinge an Hülsenfrüchten. — Flugbl. Nr. 57 der Biol. Reichsanst. 1929.

**Wille, J.**, Die Rübenblattwanze *Piesma quadrata* Fieb., ihre Bedeutung als Schädling und ihre Bekämpfung. — Verh. D. Ges. f. ang. Ent. 1929.

**Wille, J.**, Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata* Fieb. — Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 2. Berlin 1929. Preis Rm. 9.60.

**Wulff, A.**, Die Coleoterenfauna der Kiefernnadel. — Rev. Russe d'Ent. XXII. 1928.

**Zacher, Fr.**, Die Mehlmotte und ihre Bekämpfung. — Flugbl. Nr. 16 der Biol. Reichsanstalt. 1929. 6. Aufl.

**Zillig, Herm.**, und **Niemeyer, Ludw.**, Massenauftreten der Schmierlaus, *Phenacoccus hystrix* (Bär.) Ldgr. im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. 1929.

**Zolk, K.**, Zur Biologie des Meerettichkäfers, *Phaedon cochlearis* F. — Agronomia. 1928. Tartus.

**Zweigelt, Fritz**, siehe Weinland.

**Zweigelt, F.**, und **Stumm, A.**, Die Direktträger. Wien (Wein-Verlag) 1929. (417 Seit.)

**Zwölfer, W.**, Entomologie. In: Oldenburg, Sechs Monate Aufbauarbeit in der Türkei. 1929.